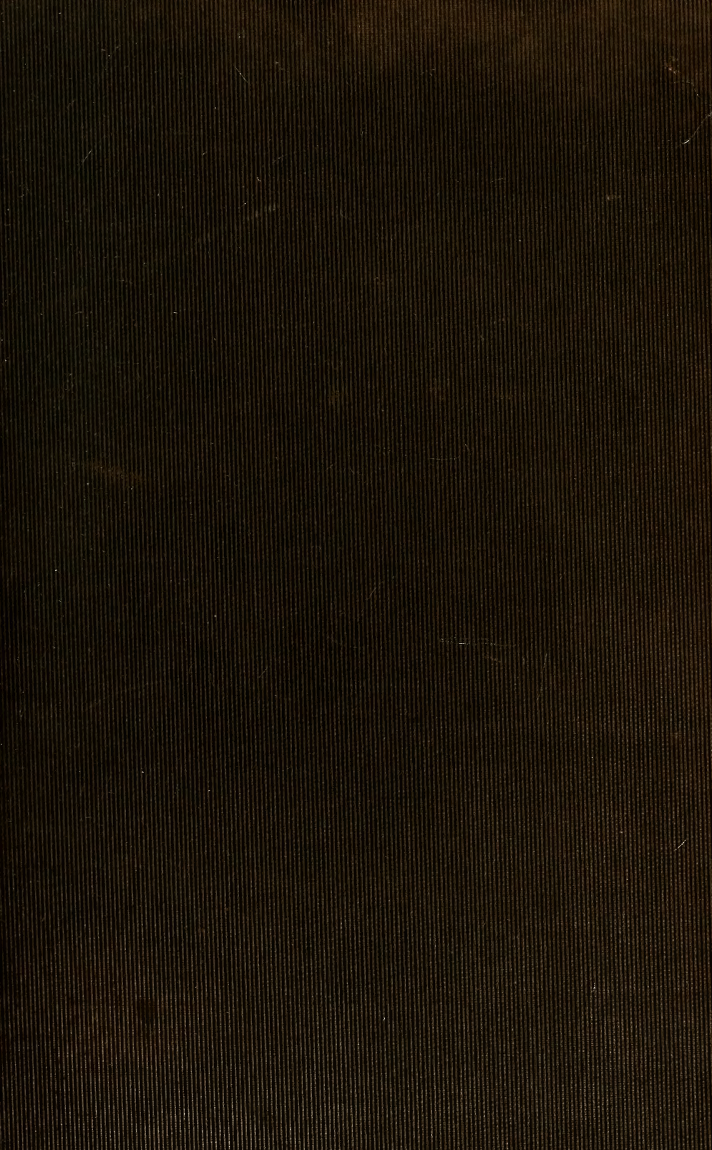
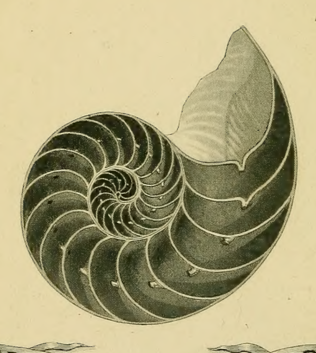
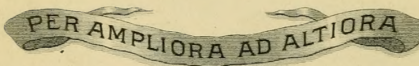
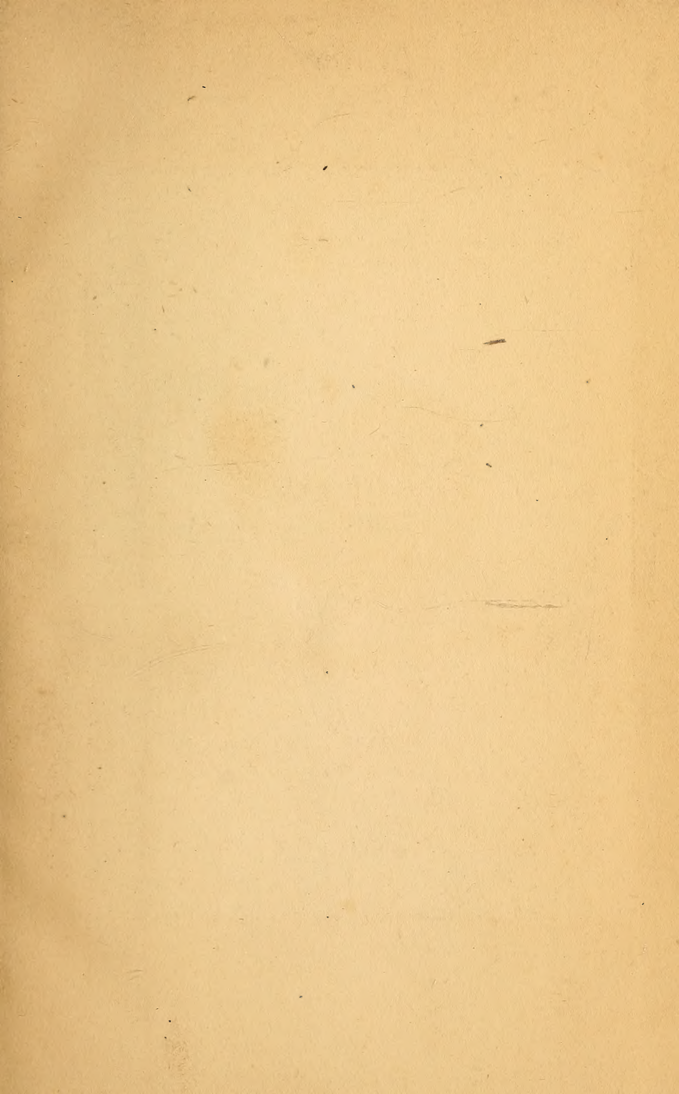
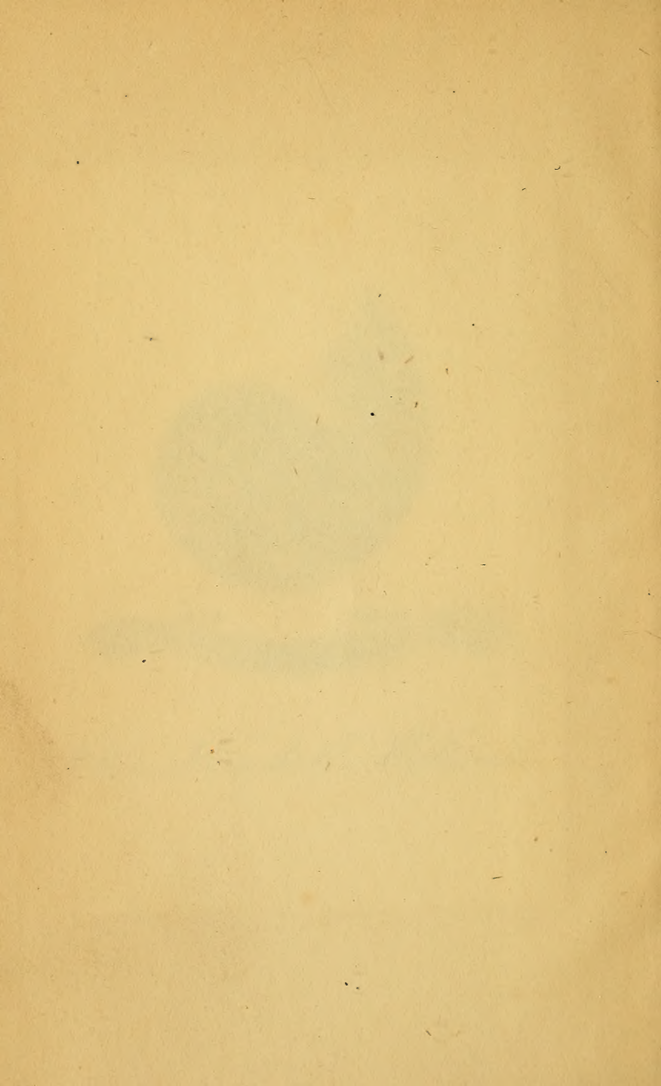


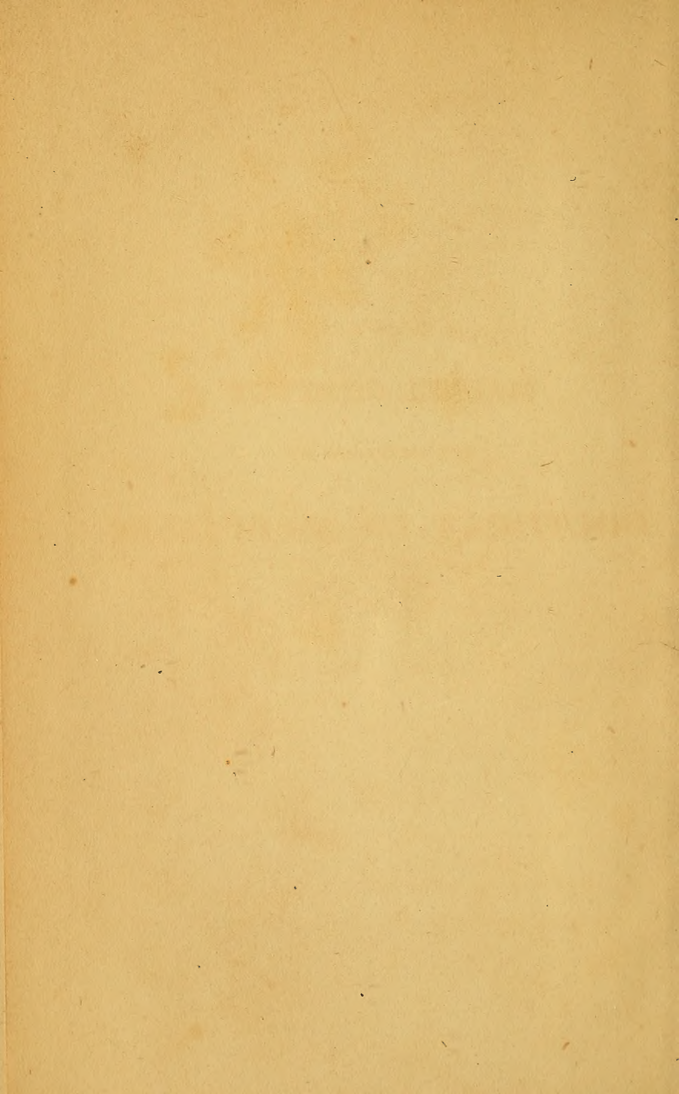




Oliver Wendell Holmes.







NOUVEAU

MANUEL COMPLET

DES ASPIRANTS AU

DOCTORAT EN MÉDECINE.

IMPRIMERIE D'HIPPOLYTE TILLIARD,
RUE DE LA HARPE, N° 88.

NOUVEAU

MANUEL COMPLET

DES ASPIRANTS AU

DOCTORAT EN MÉDECINE,

OU

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

DE TOUTES LES CONNAISSANCES NÉCESSAIRES AUX ÉLÈVES

POUR SUBIR

LES CINQ EXAMENS EXIGÉS PAR LES FACULTÉS DE MÉDECINE,

PAR

DES PROFESSEURS AGRÉGÉS ET DES DOCTEURS

DE LA FACULTÉ DE PARIS,

ET PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DE

P. VAVASSEUR, M. D.

PREMIER EXAMEN.

BOTANIQUE, ZOOLOGIE, MINÉRALOGIE, PHYSIQUE ET CHIMIE MÉDICALES, ET PHARMACOLOGIE.

PARIS,

LIBRAIRIE DE CROCHARD,

RUE ET PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE, 13.

1833.

PRÉFACE.

L'ÉLÈVE le plus instruit, lorsqu'il se dispose à subir ses examens ou qu'il se prépare à un concours, sent le besoin de revoir dans leur ensemble les principes généraux, les points fondamentaux des sciences sur lesquelles il est appelé à répondre. Il en est plusieurs, parmi les plus studieux, qui prévoyant l'utilité dont leur sera un jour un résumé fidèle des parties de la science dont ils s'occupent, le préparent pendant le cours de leurs études, en faisant des extraits des ouvrages spéciaux qu'ils ont entre les mains, ou des notes qu'ils prennent aux leçons des professeurs. Arrivant le moment de l'examen, ils n'ont plus besoin de relire les ouvrages, souvent très considérables, dont ils ont tiré ces extraits qui leur servent alors de jalons, de points de reconnaissance dans le

vaste champ qu'ils ont à parcourir. Malgré les immenses avantages de cette méthode, une foule de circonstances, souvent indépendantes de la volonté des élèves, empêchent trop fréquemment la majeure partie d'entre eux de la mettre en pratique. L'ouvrage que nous publions a pour but de présenter ce résumé pour chacune des différentes sciences dont se composent les cinq examens exigés par les Facultés de médecine, pour obtenir le grade de Docteur. Loin de nous l'intention de favoriser la paresse et l'ignorance! aussi avons-nous disposé notre travail de manière à le rendre aussi utile que possible à ceux qui, ayant fait des études sérieuses, savent bien, et n'ont besoin que de se remémorer ce qu'ils ont appris. Et certes la lecture, même la plus attentive, d'aucun de nos Manuels, ne pourrait faire acquérir les connaissances approfondies qui sont indispensables pour subir convenablement un examen, ou briller à un concours.

D'après la nature et le but de cette publication, on comprend que nous avons dû nous attacher à puiser de préférence dans les ouvrages publiés par les professeurs de la Faculté et dans leurs leçons orales; mais nous avons aussi profité des matériaux les plus importants qui se trouvent disséminés, soit dans des dissertations inaugurales, soit dans les journaux de médecins français et étrangers. L'énumération de ces sources serait trop longue ici, et ne présenterait qu'un médiocre intérêt. D'ailleurs notre

ambition, en publiant ce tableau analytique des sciences médicales se borne à remplir un but d'utilité. Puissions-nous y avoir réussi !

L'ouvrage est divisé naturellement en cinq parties : un volume pour chaque examen. Les matières dont traite chacun d'eux sont arrangées suivant l'ordre indiqué par le programme de la Faculté de Paris.

Ainsi, le premier volume, correspondant au premier examen, contient l'*histoire naturelle médicale* (comprenant la *botanique*, la *zoologie* et la *minéralogie*), la *physique* et la *chimie médicales*, et la *pharmacologie*.

Le second traite de l'*anatomie descriptive*, *comparée*, *générale* et *topographique*, et de la *physiologie*.

Le troisième comprend la *pathologie générale*, la *pathologie médicale* et *chirurgicale*.

Le quatrième contient un résumé de *médecine légale*, d'*hygiène*, de *matière médicale* et de *thérapeutique*.

Le cinquième enfin est consacré à la *clinique médicale* et *chirurgicale*, à la *médecine opératoire* et aux *accouchements*.

Dans la distribution du travail entre les collaborateurs, nous nous sommes attachés à ce que chacun d'eux eût à traiter le sujet sur lequel il avait plus spécialement dirigé ses études. Mais pour donner à l'ensemble l'uniformité désirable, et pour qu'aucune des parties ne s'écartât du plan que nous nous étions tracé, l'un de nous a été particulièrement chargé de revoir

toutes les parties, de les coordonner entre elles, de les modifier au besoin, en un mot, d'en former un tout aussi complet et aussi homogène que possible.

Pour éviter les répétitions qui se présentent si fréquemment dans un ouvrage de ce genre, et qui auraient inutilement grossi son volume sans avantage pour le lecteur, nous avons, à l'exemple de plusieurs auteurs classiques, (M. Thénard dans son *Traité de chimie*, M. H. Cloquet dans son *Anatomie descriptive*, etc.), fait usage des numéros de renvoi insérés dans le texte. Nous renvoyons aussi, sans perte, ni de temps, ni d'espace, aux différentes parties d'un même volume, et même à des volumes différents. Quoique cette méthode présente au premier abord quelques légers inconvénients, comme celui de couper une phrase par une ou plusieurs parenthèses, les avantages qui en résultent nous ont paru si évidents, que nous n'avons pas hésité à l'adopter.

Nous avons préféré la forme didactique au système des demandes et des réponses. Ce mode, outre qu'il nous semble trop puéril, oblige à des redites fastidieuses et à des tournures de phrases qui reviennent à chaque instant. Il y a de plus, ce nous semble, un autre inconvénient plus grave; c'est que lorsqu'on s'est habitué à répondre à une question exprimée d'une certaine manière, il peut arriver à quelques personnes de se trouver embarrassées si la question leur est posée dans d'autres ter-

mes. Nous pensons d'ailleurs qu'il n'est personne qui, en lisant notre ouvrage, ne puisse se faire par la pensée toutes les questions que comporte le sujet.

Enfin, nous avons placé en tête du premier volume (premier examen) un extrait des lois et réglements relatifs aux études médicales, à la discipline de l'école de Paris et à l'exercice de la médecine, qu'il est utile aux élèves de connaître pour éviter des démarches infructueuses et une perte de temps souvent considérable.

EXTRAIT

DES

LOIS ET RÉGLEMENTS

RELATIFS A L'EXERCICE DE LA MÉDECINE ET AUX ÉTUDES MÉDICALES QU'IL EST UTILE AUX ÉLÈVES DE CONNAITRE.

LOI

RELATIVE A L'EXERCICE DE LA MÉDECINE.

A compter du 12 vendémiaire de l'an XII (24 septembre 1803), nul ne pourra embrasser la profession de médecin, de chirurgien ou d'officier de santé, sans être examiné et reçu comme il sera prescrit par la présente loi.

Tous ceux qui obtiendront, à partir du commencement de l'an XII, le droit d'exercer l'art de guérir, porteront le titre de *Docteurs* en médecine ou en chirurgie, lorsqu'ils auront été examinés et reçus dans l'une des six écoles spéciales de médecine, ou celui d'*Officiers de santé*, quand ils seront reçus par les jurys, dont il sera parlé dans les articles suivants.

Le gouvernement pourra, s'il le juge convenable, accorder à un médecin ou à un chirurgien étranger et gradué dans les universités étrangères, le droit d'exercer la médecine ou la chirurgie sur le territoire français.

Il sera ouvert, dans chacune des six écoles spéciales de médecine, des examens pour la réception des docteurs en médecine ou en chirurgie.

Ces examens seront au nombre de cinq, savoir:

Le premier, sur l'anatomie et la physiologie;
Le deuxième, sur la pathologie et la nosologie;
Le troisième, sur la matière médicale, la chimie et la pharmacie;
Le quatrième, sur l'hygiène et la médecine légale;
Le cinquième, sur la clinique interne ou externe, suivant le titre de docteur en médecine ou de docteur en chirurgie que l'aspirant voudra acquérir.

Les examens seront publics; deux d'entre eux seront nécessairement soutenus en latin.

Après les cinq examens, l'aspirant sera tenu de soutenir une thèse qu'il aura écrite en latin ou en français.

Les étudiants ne pourront se présenter aux examens des écoles qu'après avoir suivi pendant quatre années l'une ou l'autre d'entre elles, et acquitté les frais d'étude qui seront déterminés.

Les conditions d'admission des étudiants aux écoles, le mode des inscriptions qu'ils y prendront, l'époque et la durée des examens, ainsi que les frais d'étude et de réception, et la forme du diplôme à délivrer par les écoles aux docteurs reçus, seront déterminés par un réglement délibéré dans la forme adoptée pour tous les réglements d'administration publique; néanmoins la somme totale de ces frais ne pourra excéder 1,000 fr., et cette somme sera partagée dans les quatre années d'étude et dans celle de la réception.

(Cette loi a subi quelques modifications, comme on le verra dans la suite de cette notice.)

Dispositions relatives aux études médicales.

Inscriptions.

Le temps d'études exigé pour être apte à obtenir le grade de docteur en médecine ou en chirurgie est fixé par la loi à quatre ans accomplis.

Ce temps se témoigne légalement par l'inscription sur un registre sur lequel, chaque trimestre, l'élève porte de sa main ses nom et prénoms, la date et le lieu de sa naissance, son domicile au moment de l'inscription et le numéro de cette inscription. Cet énoncé doit être en outre signé.

Pour être admis à prendre la première inscription, l'élève est tenu de produire :

1° Son acte de naissance ;

2° S'il est mineur, le consentement par écrit et duement légalisé de son père ou de son tuteur ;

3° Un certificat de bonne vie et mœurs délivré par la municipalité de la commune où résident ses parents ;

4° Un répondant, si le père ou le tuteur ne demeurent pas dans la ville ;

5° Enfin le diplôme de bachelier ès-lettres.

Ces pièces doivent nécessairement rester déposées dans les bureaux de l'administration de la faculté, jusqu'après la réception; aussitôt qu'elle est achevée, elles sont remises sur un simple reçu. Il est cependant des cas d'urgence extrême dans lesquels on peut remettre à l'élève son acte de naissance et le diplôme; mais jamais les autres pièces, qui doivent rester attachées à la feuille d'admission.

Le domicile du répondant est le domicile de *droit* de l'élève : là, lui sont adressés les avis et notifications de la faculté.

Le répondant inscrit son nom, sa profession et sa demeure sur un registre.

Faute par l'élève de substituer un autre répondant, dans le cas de départ ou de décès de celui qu'il a présenté, il perd les inscriptions prises pendant l'intervalle.

Un maître d'hôtel garni ne peut servir de répondant que du consentement du père ou du tuteur.

L'élève qui vient prendre sa première inscription se présente, avec son répondant, de une heure à deux. Il dépose ses papiers, et le répondant porte sa déclaration sur un registre. Le lendemain, l'élève revient seul, s'inscrit, et reçoit une quittance du montant de son inscription, une feuille de relevé d'inscription, et une carte d'admission aux cours.

La première inscription pour le doctorat ne peut être prise qu'au commencement de l'année scolaire. Pour des motifs graves, le ministre autorise à la prendre au trimestre de janvier. Sous aucun prétexte il n'est accordé de commencer les études pour le doctorat au troisième trimestre.

L'année scolaire commence le 1er novembre et finit le 31 août.

Le premier trimestre de l'année commune se compose des mois de janvier, février et mars :

Le deuxième, des mois d'avril, mai et juin ;

Le troisième, des mois de juillet et août ;

Le quatrième, des mois de novembre et décembre : ce dernier s'appelle trimestre d'octobre.

Les vacances sont de deux mois : septembre et octobre.

L'élève qui vient s'inscrire remet au surveillant, posté dans la salle qui précède le bureau, la feuille de relevé de ses inscriptions ; il est appelé pour recevoir un bulletin, avec lequel il va à la caisse verser le montant de son inscription ; ensuite il revient s'inscrire et recevoir de nouveau sa feuille de relevé d'inscriptions, sur laquelle a dû être porté le numéro d'ordre de celle qu'il vient d'acquitter.

Aucune personne n'est admise à prendre d'inscription pour un élève. L'élève qui prendrait inscription pour un autre élève, indépendamment des poursuites judiciaires qu'il encourrait pour le faux, perdrait toutes ses inscriptions.

Les inscriptions doivent être prises successivement tous les trimestres, à moins d'excuses dont la faculté juge la validité.

Les quinze premières inscriptions coûtent chacune 50 fr. et la seizième 35 fr., ensemble 785 fr.

Les inscriptions prises dans une faculté sont reçues dans toutes les autres, quand il est témoigné en même temps d'assiduité et d'une bonne conduite. Si le doyen refusait d'en délivrer l'attestation, l'élève aurait à se pourvoir près du conseil académique.

Les inscriptions prises comme aspirant au titre d'officier de santé sont comptées pour le doctorat, quand il est justifié du grade de bachelier ès-lettres avant la treizième inscription. Alors, il doit être acquitté 20 fr. de différence entre l'inscription à titre d'officier de santé et celle qui est prise pour le doctorat ; ou, si l'élève le préfère, il est fait compte de cette différence, et le montant, divisé par cinquième, est payé à chaque examen.

Les élèves qui ont suivi la pratique des grands hôpitaux, civils ou militaires, où une instruction médicale est établie, sont dispensés des quatre années d'études, en justifiant de leur assiduité dans ces écoles d'ordre secondaires pendant six années, et en acquittant le montant des inscriptions.

Des hôpitaux d'instruction ont été érigés en écoles secondaires, dans les villes dont voici la liste :

Amiens.	Dijon.	Poitiers.
Angers.	Grenoble.	Reims.
Arras.	Lille.	Rochefort.
Besançon.	Lorient.	Rouen.
Bordeaux.	Lyon.	Strasbourg.
Brest.	Marseille.	Toulon.
Caen.	Metz.	Toulouse.
Cherbourg.	Nancy.	Val-de-Grâce,
Clermont.	Nantes.	à Paris.

Lorsqu'un élève d'une école secondaire veut se prévaloir de ses études pour obtenir les grades en médecine, il est tenu de produire le diplôme de bachelier ès-lettres.

Les certificats d'inscription et d'assiduité dans les écoles secondaires ne sont valables, pour dispense d'inscriptions dans les facultés, que s'ils sont visés par le recteur.

Les études faites en pays étranger sont assimilées aux études faites dans les écoles secondaires de France, en supposant toutefois qu'elles ont eu lieu dans des universités connues, et où il soit notoire qu'il existe une instruction médicale complète.

Lorsqu'en demande d'inscriptions il est présenté des certificats d'études dans une université étrangère, la Faculté en déduit les études des sciences élémentaires dont la connaissance est exigée, en France, pour l'admission aux baccalauréats ès-lettres. Il n'est ainsi alloué d'inscriptions que pour les études purement médicales.

Le diplôme d'officier de santé n'est par lui-même d'aucune valeur pour tenir lieu d'inscription dans une faculté, si les études qui ont servi pour l'obtenir n'ont pas été faites dans une école secondaire.

Les cours faits par les sociétés médicales ou des professeurs particuliers, ne peuvent suppléer, pour obtenir des inscriptions, à ceux des corps enseignants, légalement établis.

Les chirurgiens des armées, des deuxième et troisième classes, dûment commissionnés, peuvent faire valoir leur temps de service, pour être dispensés d'inscriptions, et du paiement du prix de ces seize inscriptions.

Après avoir pris un certain nombre d'inscriptions dans une faculté, s'il arrive que l'élève est employé à l'armée, il ne peut, à son retour, faire compter les inscriptions qui lui sont allouées gratuitement pour ses services militaires, en tel nombre qu'elles puissent être, que pour compléter celles qui lui manquaient avant son départ.

Les élèves en médecine ou en chirurgie des armées, s'ils fournissent la preuve qu'ils ont suivi les cours de médecine établis dans les hôpitaux d'instruction militaire et de la marine, peuvent faire compter chacune de ces années d'études pour une passée dans les écoles spéciales.

Le service comme élève, ailleurs que dans les hôpitaux d'instruction militaire ou de marine, n'est point compté pour temps d'études.

Les dispenses, échanges ou allocations d'inscriptions, n'ont lieu que sous l'autorisation de l'Université.

Les demandes d'inscriptions peuvent être adressées indifféremment, au ministre ou à la faculté, sous cette simple formule :

Monsieur le ministre, ou Messieurs les professeurs,

Je vous prie de vouloir bien m'allouer les inscriptions auxquelles je puis prétendre, d'après trimestres d'études à l'école secondaire de . . .; ou trimestres de services; ou années d'études régulières à l'Université de . . . . , dont je justifie par les certificats ci-joints.

Je suis, avec respect,

Monsieur le ministre, ou Messieurs les professeurs,

Votre très humble et obéissant serviteur.

Pour aucune demande, ni pour aucun certificat, le papier timbré n'est d'usage.

Lorsqu'une demande d'inscriptions est fondée sur un texte précis de la loi, il est préférable de l'adresser directement au ministre.

Dans le cas où la demande ne serait fondée que sur des considérations à apprécier, il conviendrait de l'adresser à la faculté.

Les élèves résidant dans les villes où siégent les facultés de

médecine ne peuvent faire valoir les études qu'ils ont faites dans les hôpitaux, ou auprès des professeurs particuliers, ou même auprès des facultés, sans avoir pris les inscriptions correspondantes à ces études, qu'autant qu'ils prouvent, par des certificats émanés d'autorités compétentes, que des *obstacles de force majeure* les ont empêchés de prendre lesdites inscriptions en temps utile; et alors même il ne peut leur être accordé plus de quatre inscriptions. Toutefois, les élèves qui, étant dans ce cas, ont remporté des prix auprès des facultés de médecine, ne sont point soumis à cette limitation.

Les *obstacles de force majeure* sont, le plus communément, la maladie, une pressante nécessité de s'éloigner des études, ou le défaut de moyens pécuniaires. Le premier motif est rarement admis comme valable, parce qu'il est entendu qu'un malade n'étudie pas, et que la loi requiert des études effectives. Le second est toujours rejeté, à moins qu'il ne soit témoigné d'études régulières pendant l'éloignement. Pour que le troisième motif soit pris en considération, il faut prouver, par des certificats de professeurs, l'assiduité à au moins trois des cours du semestre, et, en outre, produire un certificat, soit du maire de la commune où réside le père ou le tuteur, soit d'un professeur bien instruit de la position de l'élève, soit du banquier correspondant, si l'élève est étranger, que des événements ont empêché l'envoi, en temps opportun, des fonds nécessaires pour acquitter le prix des inscriptions qui font lacunes dans la feuille.

Il n'est jamais alloué d'inscriptions pour des études à la faculté, lors même que ces études seraient certifiées par des professeurs, si ces études sont antérieures à la première inscription.

Les inscriptions qui n'ont pu être prises parce que le candidat n'avait pas subi les examens qu'exigeait le nombre de ses inscriptions acquises, ne peuvent être ensuite obtenues.

Lorsqu'il est alloué des inscriptions gratuites à un titre quelconque, on ne doit pas moins se présenter à la caisse avec un bulletin du bureau d'administration, sur lequel est porté pour mémoire la quotité de l'allocation.

Études médicales.

Quatorze cours sur les matières suivantes, comprennent toutes les études :

1° Anatomie.
2° Physiologie.
3° Chimie médicale.
4° Physique médicale.
5° Histoire naturelle médicale.
6° Pharmacologie.
7° Hygiène.
8° Pathologie chirurgicale.
9° Pathologie médicale.
10° Pathologie et Thérapeutique générales.
11° Opérations et appareils.
12° Thérapeutique et Matière médicale.
13° Médecine légale.
14° Accouchements; maladies des femmes en couches et des enfants nouveau-nés.

Les cours sont distribués ainsi qu'il suit :

Année	Semestre	Cours
1re ANNÉE.	1er Semestre.	Anatomie. Physiologie. Chimie.
	2e Semestre.	Physique médicale. Histoire naturelle médicale. Hygiène.
2e ANNÉE.	1er Semestre.	Anatomie. Physiologie. Médecine opératoire.
	2e Semestre.	Hygiène. Pathologie interne. Pharmacie.

*

Année	Semestre	Cours
3e ANNÉE.	1er Semestre.	Médecine opératoire.
		Pathologie externe.
		Pathologie interne.
	2e Semestre.	Clinique interne.
		Clinique externe.
		Matière médicale.
4e ANNÉE.	1er Semestre.	Clinique interne.
		Clinique externe.
		Pathologie interne.
	2e Semestre.	Médecine légale.
		Thérapeutique.
		Accouchements.

Les cours doivent être suivis dans l'ordre prescrit, sans se permettre d'interruption, à moins d'excuses jugées valables par le chef de l'école.

L'élève reçoit une carte, sans laquelle il ne peut entrer aux cours. Cette carte n'est valable que pour l'année scolaire.

L'élève qui prête sa carte encourt la perte d'une ou plusieurs inscriptions, même son exclusion de l'école, si cette transmission a servi à produire du désordre.

Aux cours, l'appel des élèves doit se faire au moins deux fois par mois; celui qui répond pour un autre perd une inscription.

Il n'est pas délivré de certificats d'assiduité à l'étudiant qui, sans excuse valable, a manqué deux fois à l'appel dans un trimestre.

Il n'est délivré de certificat d'inscription que pour les trimestres où l'étudiant a obtenu des certificats d'assiduité.

Les professeurs ne peuvent donner, en leur propre et privé nom, de certificat à l'élève qui dit avoir suivi les cours publics de l'école, à moins qu'il ne leur soit justifié d'inscriptions prises pendant le même temps.

Il est défendu à tout autre qu'aux professeurs et aux étudiants interrogés par eux de prendre la parole dans les cours, ainsi que dans l'enceinte des facultés, sous peine d'être rayé des

registres et de ne pouvoir prendre inscription nulle part ailleurs, avant une année révolue.

Indépendamment de l'instruction donnée aux cours généraux, il est institué, dans l'école, pour toutes les parties de l'enseignement qui en sont susceptibles, des exercices particuliers auxquels participe l'élite des élèves ; cet enseignement porte le nom d'*école pratique.*

Réglement de l'école pratique.

Art. 1er. L'école pratique est composée de cent vingt élèves.

2. Ces cent vingt élèves sont partagés en trois sections de quarante chacune. Les élèves sont alors distingués en élèves de *première année*, de *deuxième* et de *troisième année.*

3. Les élèves de l'école pratique sont admis au concours. Ils n'y restent que trois ans au plus. A la fin de chaque année scolaire, les élèves de première année deviennent les élèves de deuxième année; ceux de deuxième année deviennent les élèves de la troisième, et ces derniers sortants sont remplacés par quarante nouveaux, destinés à former la section des élèves de première année.

4. A la fin de l'année scolaire, les élèves de première et de deuxième année subissent *tous*, devant un jury nommé à cet effet, un examen composé de deux épreuves, savoir :

Une question sur une ou plusieurs des sciences médicales, à laquelle il faut répondre par écrit ;

Une question du même genre, à laquelle il est répondu verbalement.

Ces questions sont prises, pour les élèves de première année, dans les sciences médicales que l'on doit étudier pendant le cours des huit premières inscriptions ; pour ceux de deuxième année, dans les sciences médicales qui doivent être étudiées pendant le cours des douze premières inscriptions.

Tout élève de première et de deuxième année qui ne subit pas cet examen, ou qui, au jugement du jury, n'a pas satisfait, cesse de faire partie de l'école pratique.

5. A la fin de l'année scolaire, un concours est ouvert pour les prix de l'école pratique.

Sont tenus de s'y présenter, sous peine de perdre les avantages attachés à leur titre, tous les élèves de troisième année, quand même ils seraient déjà reçus docteurs. Les élèves de première et de deuxième année qui voudraient s'y présenter peuvent y être admis.

Les prix sont au nombre de six: *trois premiers prix emportant la réception gratuite*, et *trois seconds prix*. Ils ne portent l'indication d'aucune science médicale en particulier, et sont seulement intitulés : *Prix de l'école pratique.*

Cependant ce nombre de prix n'est décerné qu'autant que *vingt-quatre* élèves au moins se sont présentés au concours; s'il y avait moins de vingt-quatre élèves, le nombre des prix diminuerait de manière à ce qu'il ne fût jamais que dans la proportion du quart du nombre des concurrents.

Le concours a pour sujet toutes les parties de l'enseignement que donne la faculté. Les épreuves du concours sont de trois ordres : 1° une réponse par écrit à une question qui est la même pour tous les concurrents ; 2° une réponse verbale, après dix à vingt minutes de préparation, à une question qui, autant que possible, est encore la même pour tous les concurrents. Ces deux questions portent spécialement ou sur l'anatomie et la physiologie, ou sur la pathologie externe et les opérations, ou sur la pathologie interne; mais elles sont telles, cependant, qu'elles ont en même temps des rapports, aussi multipliés que possible, avec les autres sciences médicales ; les concurrents doivent les traiter sous tous les points de vue ; 3° enfin, des réponses verbales, après dix à vingt minutes de préparation, à une série de questions, qui de toute nécessité sont les mêmes pour tous les concurrents. Ces questions, au nombre de *six*, portent : la première sur *la physique et la chimie médicale* ; la deuxième sur *l'histoire naturelle médicale et la pharmacologie* ; la troisième sur *l'anatomie et la physiologie ;* la quatrième sur *la pathologie externe, la clinique externe et les opérations ;* la cinquième sur *la pathologie interne, la clinique interne et la thérapeutique ;* la sixième enfin sur *l'hygiène, la médecine légale et les accouchements.*

Tous les concurrents, sans exception, subissent les deux premiers ordres d'épreuves, sous peine de perdre leur qualité d'élèves de l'école pratique.

Une partie des concurrents, ceux que le jury a jugés les plus

capables, et le nombre est au moins du tiers de celui des concurrents, subissent seuls les épreuves du troisième ordre.

6. Dans le premier mois de l'année scolaire, il est ouvert un concours pour renouveler les quarante élèves sortis de droit de l'école pratique et pour nommer aux places vacantes parmi ceux de deuxième et troisième année.

Ne peuvent être admis au concours pour la section des élèves de première année, que les élèves inscrits et n'ayant pas plus de huit inscriptions.

Ne peuvent être admis au concours, pour les places accidentellement vacantes parmi les élèves de deuxième année, que les élèves inscrits et n'ayant pas plus de douze inscriptions.

Peuvent être admis au concours, pour les places accidentellement vacantes parmi les élèves de troisième année, tous les élèves inscrits sans exception. Le titre de docteur fait seul exclusion.

Les épreuves du concours consistent : 1° en une réponse par écrit à une question qui est la même pour tous les concurrents; 2° en un examen auquel le concurrent répond verbalement.

La question à traiter par écrit et celles auxquelles le concurrent répond verbalement dans l'examen, sont choisies :

Pour *les élèves de première année*, dans les sciences médicales qui doivent être étudiées pendant le cours des quatre premières inscriptions ;

Pour *ceux de deuxième année*, dans les sciences médicales qui doivent être étudiées pendant le cours des huit premières inscriptions ;

Pour *ceux de troisième année*, dans les sciences médicales qui doivent être étudiées pendant le cours des douze premières inscriptions.

7. Le titre d'élève de l'école pratique, une fois perdu, ne peut plus être recouvré.

8. Tout élève de l'école pratique, pendant tout le temps qu'il en fait partie, jouit, pour les dissections, d'avantages particuliers : il est exercé aux manipulations chimiques, reçoit des cartes d'entrée à ceux des cours des agrégés, qui se font dans les bâtiments appartenant à la faculté, aux cours des prosecteurs et aides d'anatomie, des aides de clinique ; il a de même entrée dans la bibliothèque et les cabinets aux heures extraordinaires.

Les élèves de l'école pratique sont seuls admis aux concours pour les places d'aides et de prosecteurs d'anatomie de la faculté. Enfin, c'est parmi les élèves de l'école pratique que sont pris de préférence les aides de clinique, les aides du laboratoire de chimie, de physique, de botanique et de la bibliothèque.

9. La faculté donne à tout élève de l'école pratique, qui a conservé son titre en remplissant toutes les obligations qu'il impose, un certificat qui atteste qu'il a appartenu à cette élite des élèves de la Faculté de médecine de Paris.

Aides d'enseignement.

Des prosecteurs sont attachés aux cours d'anatomie, de physiologie et de médecine opératoire; aux premiers examens et aux dissections.

Nommés au concours pour un an, ils peuvent être réélus trois fois.

Leur traitement est de 1,200 francs.

Ils sont chargés de diriger les travaux relatifs aux études; de veiller au bon ordre; d'user des moyens de prévenir l'insalubrité; de répéter la description des organes, ou les opérations qui ont été le sujet des dernières leçons des professeurs.

Des aides d'anatomie secondent les prosecteurs dans les différentes fonctions qui leur sont assignées, et les remplacent en cas d'absence ou de maladie.

Leur traitement est de 500 francs.

Le titre de docteur et l'emploi de chef de clinique excluent du concours pour les places de prosecteur et l'aide d'anatomie. La disposition qui en écartait les internes des hôpitaux est abrogée.

Un chef des travaux anatomiques dirige les recherches et les travaux d'anatomie, et est chargé de tout ce qui concerne les dissections, la distribution des tables, celle des cadavres, etc. Des chefs sont attachés au service de clinique interne : le doyen nomme à ces places, avec l'approbation du recteur, sur la proposition de la faculté, à laquelle les professeurs de clinique présentent de trois à cinq sujets.

Pour être chef de clinique, il faut avoir exercé les fonctions de prosecteur ou d'aide d'anatomie, et avoir suivi la clinique suffisamment pour connaître les devoirs à remplir.

Le traitement d'un chef de clinique est de 500 francs : il a son logement dans l'hospice, et, de plus, il reçoit son déjeûner et son souper, quand il est de service.

Sa nomination est pour quatre années. Sept mois avant l'expiration de ce terme, il est pourvu à son remplacement. Celui qui doit lui succéder est obligé à un noviciat de six mois, pendant lesquels il reçoit les instructions propres à l'éclairer sur les détails du service.

Si un chef de clinique prévoyait avoir à donner sa démission, il devrait en prévenir sept mois à l'avance, afin que son successeur eût le temps d'être mis au fait de ses fonctions.

Dans le cas de départ subi, du renvoi ou de décès d'un chef de clinique, il est pourvu aussitôt à son remplacement ; mais ce n'est qu'à titre provisoire, et jusqu'à preuve suffisante de capacité dans l'exercice de l'emploi.

Le titre de docteur, sans être un motif d'exclusion, ne dispense d'aucun des devoirs.

Le chef de clinique ne peut cumuler l'emploi de prosecteur ou d'aide d'anatomie ; et il ne peut être élève dans les hôpitaux, prosecteur dans un amphithéâtre particulier, ni ouvrir un cours pour son propre compte.

Examens et Thèse.

Chacun des cinq examens se paie 30 fr., en tout 150 fr.

Les consignations pour examen sont reçues dans tout le courant de l'année scolaire, au bureau d'administration tous les lundis, mercredis et vendredis, de dix heures à midi, et pendant les quatre quinzaines auxquelles on reçoit les inscriptions de chaque trimestre, de deux à trois heures.

Les examens doivent être suivis, dans l'ordre, aux époques et sur les matières indiquées ci-dessous.

Le premier examen roule sur l'histoire naturelle, la physique et la chimie médicale, et sur la pharmacologie. Il doit avoir lieu après la quatrième inscription et avant la cinquième.

Le second examen comprend l'anatomie et la physiologie, et doit être subi après la douzième et avant la treizième inscription.

Dans le troisième examen, le candidat est interrogé sur la pathologie générale et sur la pathologie interne et externe.

Le quatrième examen a pour objet l'hygiène, la médecine légale, la matière médicale et la thérapeutique.

Le cinquième examen, enfin, roule sur la clinique interne et externe, la médecine opératoire et les accouchements.

Ces trois derniers examens doivent être subis après la seizième inscription.

La condamnation à une peine infamante exclut des examens.

En se présentant comme candidat, et s'inscrivant pour subir le premier examen, on est tenu de déposer le diplôme de bachelier ès-lettres, si on ne l'avait pas fait en prenant la première inscription; car, depuis le 1er octobre 1815, personne n'est admis aux examens qu'après avoir produit ce diplôme.

Les candidats sont classés, pour les examens, dans l'ordre de leur inscription sur le registre où il est témoigné des consignations; et, sous aucun prétexte, le nom des examinateurs ne doit leur être communiqué à l'avance.

Chacun des cinq premiers examens a lieu pour quatre candidats, dont les noms sont numérotés d'après leur ordre alphabétique.

Le candidat qui, sans un motif jugé valable par la faculté, ne se présente pas à l'examen pour lequel il a été appelé, d'après sa consignation volontaire, est ajourné à trois mois pour subir ce même examen.

Les examinateurs sont deux professeurs et un agrégé.

Le plus ancien des professeurs est président de l'acte.

Les examens commencent à une heure, et durent jusqu'à trois heures.

Les présidents sont tenus de faire durer l'acte une demi-heure pour chaque candidat, qui est ainsi interrogé pendant dix minutes par chacun des examinateurs.

Le candidat ajourné à un examen ou à la thèse, ne peut se représenter à ces actes probatoires qu'après trois mois révolus.

Pour l'examen d'anatomie et de physiologie, le candidat fait sur le cadavre, dans les salles de dissection, une préparation anatomique qui lui est désignée le matin à huit heures. A l'examen, à une heure, il répond à des questions anatomiques et physiologiques relatives à sa préparation, et démontre sur le squelette les parties d'ostéologie.

Dans l'examen de *matière médicale*, de *chimie* et de *phar-*

macie, le candidat répond démonstrativement aux questions qui lui sont adressées sur les substances médicamenteuses.

L'examen de *pathologie*, tant interne qu'externe, est fait en latin ou en français, au choix du candidat. Il a lieu en une seule séance, ainsi que l'examen d'*hygiène* et de médecine légale, dans lequel il est demandé au candidat de rédiger une formule de rapport sur un sujet indiqué.

La question écrite de médecine légale est répondue séance tenante.

A l'examen de clinique, des questions proposées à l'avance sont tirées au sort; elles se rapportent à des cas de pratique déterminés et connus; le candidat doit y répondre en latin et par écrit. A cet effet, le récipiendaire se rend à l'école trois heures au moins avant l'ouverture de l'examen; là il prépare sa leçon, qu'il rédige seul, à l'écart. Devant les examinateurs il répond de vive voix aux demandes que suscite sa réponse écrite.

A l'examen de clinique des aspirants au doctorat en médecine, il est proposé une série de questions plus nombreuses pour la médecine pratique, et seulement quelques questions chirurgicales. L'examen des aspirants au doctorat en chirurgie porte plus particulièrement sur des questions de chirurgie pratique: le candidat exécute d'ailleurs les opérations relatives aux malades, soit des parties molles ou des parties dures, sur lesquelles il est interrogé; il a aussi à répondre à des questions de clinique interne.

Les candidats, au cinquième examen, sont tenus de présenter six observations recueillies au lit des malades.

Quatre de ces observations, au moins, doivent avoir été recueillies dans les cliniques de la faculté, et il faut que leur authenticité soit constatée par le professeur.

Les candidats en médecine présentent quatre observations de maladies internes, et deux de cas chirurgicaux.

Les candidats en chirurgie présentent quatre observations de cas chirurgicaux, et deux de maladies internes.

La faculté accepte quelquefois des observations qui n'ont pas été recueillies dans ses cliniques; mais ce n'est que lorsque le candidat, interne dans les hôpitaux de Paris ou employé aux armées, est supposé n'avoir pu s'absenter de son service; et, dans ces cas, le moindre doute sur les caractères d'authenticité peut faire rejeter l'observation.

Les examinateurs procèdent au scrutin avec des boules noires et blanches. Lorsque le jugement est porté, et aussitôt après l'acte, ils en rédigent le rapport, qui est signé de chacun d'eux. L'école délibère sur son contenu, et prononce l'admission ou le rejet du candidat.

Les décisions des jurys d'examen ne sont absolues qu'après avoir été sanctionnées par la faculté ; lorsque le rapport en a été fait et approuvé, elles sont rendues publiques par une affiche manuscrite, ostensiblement placée dans les bureaux, et alors il n'est plus admis de reclamation pour aucun motif.

Le candidat ajourné à subir de nouveau son examen, doit acquitter de nouveau le droit de présence des examinateurs, qui est, pour les cinq premiers actes probatoires, 30 fr., et pour la thèse, 65 fr.

Si le candidat ne subit pas l'examen pour lequel il a consigné, la somme des droits de présence lui est restituée.

Lorsqu'un candidat n'a pas été jugé capable, et qu'il est condamné à subir de nouveau le même examen, c'est dans la même faculté qu'il est ajourné à comparaître ; en conséquence, il ne peut lui être délivré de certificat, même en y mentionnant l'ajournement et ses motifs.

Après avoir témoigné, par la déclaration sur un registre, de l'intention de soutenir sa thèse, le candidat en dépose le manuscrit au bureau d'admission. D'après le sujet de la dissertation, le doyen désigne l'un des professeurs, pour examiner le manuscrit et devenir garant des opinions émises, en ce qui concerne l'ordre public et les mœurs.

En consignant, pour la thèse, les 65 fr. qui complètent les 1,000 fr., prix total des études, on est obligé de consigner le droit de sceau du diplôme, qui est de 100 fr.

Le professeur chargé de l'examen préalable de la thèse fait un rapport dans lequel il énonce si la dissertation lui paraît propre à former la matière du sixième examen ; dans ce cas, le manuscrit est envoyé à l'impression ; dans le cas d'improbation, la faculté en délibère et prononce.

Le commissaire examinateur d'une thèse en surveille l'impression, et le tirage ne peut s'en effectuer que d'après son visa.

Si une thèse répandue dans le public n'était pas conforme au manuscrit soumis à l'examen du président, ou si l'impres-

sion en était faite avant que le manuscrit n'eût été revêtu de sa signature, elle serait censée non avenue; l'épreuve, eût-elle été subie par le candidat, deviendrait nulle par ce fait seul; le diplôme ne lui serait pas délivré, ou serait annulé, et il ne serait admis à soutenir thèse que sur une autre matière, après un délai fixé par l'université, sans préjudice des autres peines académiques qui pourraient être encourues à raison des principes contenus dans la thèse imprimée, ou répandus en contravention aux réglements.

Le frontispice de la thèse doit exprimer l'objet de son auteur, c'est-à-dire s'il aspire au doctorat en médecine ou en chirurgie : il ne peut prendre le titre de docteur.

Aucune observation médicale inédite doit être insérée dans une thèse, sans l'approbation, par écrit, du médecin qui a soigné le malade auquel cette observation se rapporte.

Le candidat est obligé d'ajouter à sa dissertation inaugurale au moins six aphorismes ou propositions de médecine étrangères au sujet de la thèse, afin de donner de l'étendue au champ des questions.

Il n'est point fixé de limites aux dissertations inaugurales.

Le candidat dépose au bureau d'administration 140 exemplaires de sa thèse.

Afin qu'il y ait régularité dans la livraison des exemplaires de thèses qui doivent lui être fournis, et pour s'assurer d'une garantie contre l'inexécution des réglements, la faculté de Paris a désigné pour imprimeur M. Didot le jeune, rue des Maçons-Sorbonne, numéro 13.

Les thèses s'impriment sur papier carré fin, format in-4°, caractère cicéro interligné, grande justification de 33 lignes à la page.

Le prix de chaque feuille, sans note, est de 18 fr. le premier cent, composition, tirage et papier compris; et de 7 fr. le second cent.

Le prix de chaque feuille, avec notes, est de 20 fr. le premier cent, et de 8 fr. le second cent.

Les changements faits par le candidat ou le président de thèse, et les remaniements qui peuvent en résulter, sont payés à part, ainsi que la brochure et la couverture en papier bleu.

Toutes les corrections typographiques sont à la charge de l'imprimeur.

Les thèses sont soutenues devant le président, trois professeurs et deux agrégés.

L'acte dure une heure.

Le président de la thèse n'a pas voix prépondérante, mais seulement délibérative. En cas de partage, l'opinion la plus favorable au candidat est adoptée.

Lorsqu'un candidat se présente pour soutenir sa thèse, après avoir subi les cinq examens dans l'une des deux autres facultés, le président de l'acte et les examinateurs reçoivent information de cette circonstance, pour être en mesure de s'assurer, par des questions sur toutes les parties des sciences médicales, même hors du sujet de la dissertation inaugurale, que l'instruction du récipiendaire le rend apte à exercer salutairement la médecine.

Le récipiendaire doit 3 fr. au garçon de vestiaire, pour la location de la robe de réception.

Tout certificat d'aptitude délivré par une faculté doit, avant d'être converti en diplôme, être approuvé par le recteur, et la formule de cette approbation porte sur la conduite de l'impétrant aussi bien que sur sa capacité; le recteur a donc le droit de la refuser à ceux qui ne la méritent pas.

A Paris, le doyen remplit les fonctions de recteur.

Le diplôme est délivré par le grand-maître de l'Université : il peut en suspendre la remise, en déférant cet acte au conseil-d'état; il peut aussi faire recommencer les examens.

Le docteur en médecine qui veut obtenir le grade de docteur en chirurgie, ou le docteur en chirurgie qui veut acquérir le titre de docteur en médecine, n'est tenu qu'à subir un nouveau 5e examen, et à soutenir une nouvelle thèse sur un sujet chirurgical ou de médecine. Les frais sont de 100 fr. pour le 5e examen, 120 fr. pour la thèse, et 100 fr. pour le droit de sceau du diplôme : total, 320 fr.

Il n'est pas admis à subir le 5e examen, pour le doctorat en chirurgie, avant d'avoir soutenu sa thsèe en médecine, *et vice versâ*.

Les examinateurs sont informés de la spécialité, dans la lettre qui les convoque.

Le diplôme n'est délivré qu'après que l'impétrant a apposé sa signature sur le titre, et qu'il en a porté le récépissé sur un registre.

Le diplôme, s'il n'est remis au docteur en personne, est envoyé au ministère, pour être transmis à l'autorité académique du lieu où il réside.

La totalité des sommes payées, lors de la remise du diplôme, est de 1,103 fr., distribués comme suit :

Quinze inscriptions à 50 fr.	750
La seizième	35
Cinq examens à 30	150
Thèse	65
Droit de sceau du diplôme	100
Remise pour location de la robe	3
	1,103

Discipline.

Tout manque de respect envers le doyen ou envers des professeurs est puni de la perte d'une ou de deux inscriptions, ou même plus gravement, suivant la nature de la faute. En cas de récidive, la punition est l'exclusion de l'école pendant six mois au moins, et deux ans au plus.

Le conseil de l'Université est établi juge des plaintes des supérieurs et des réclamations des inférieurs; lui seul interprète les réglements, et il ne peut être appelé de ses décisions.

L'expédition du diplôme et des certificats d'inscriptions ou d'examens se fait gratuitement.

La plainte contre une exaction, un passe-droit, une injustice, un abus quelconque, est reçue tous les jours chez le doyen.

SERVICE DANS LES HÔPITAUX.

Les élèves en médecine, étrangers ou nationaux, de l'âge de 18 à 24 ans, ont la faculté de puiser l'instruction pratique dans les hospices où ils sont admis, d'abord comme externes actifs ou suppléants, ensuite comme internes; ces places sont données au concours.

Un concours, pour les places d'internes vacantes, est ouvert chaque année, le troisième lundi du mois de novembre; et un autre concours, pour les places d'externes, est ouvert le premier lundi du mois de décembre. Ces deux concours sont annoncés par voie d'affiche dès le 1er octobre.

Quinze jours au moins avant l'ouverture des concours, les élèves qui se proposent d'y être admis doivent se faire inscrire à l'administration des hospices, division du service de santé.

Pour prétendre à l'externat, il faut prouver au moins une année d'étude en médecine, être reçu bachelier ès-lettres, et se présenter sous la recommandation de deux médecins, ou personnes connues, qui témoignent du zèle et de la moralité.

Pour prétendre à l'internat, il faut avoir au moins une année de service dans les hôpitaux en qualité d'externe, ou, étant élève d'un bureau de charité ou d'un dispensaire, avoir été reçu externe dans l'un des trois précédents concours; et il faut en outre produire des témoignages d'exactitude, d'assiduité, de zèle et de bonne conduite, dans les hospices auxquels on a été attaché.

Dans le concours pour l'externat, le candidat est interrogé sur les éléments de l'anatomie, de la médecine et de la chirurgie.

Des séries de questions, dont la réunion forme l'ensemble des connaissances exigées, sont la base du concours.

Une de ces questions est tirée d'une urne par le candidat, à qui il est alloué huit minutes pour méditer sa réponse. Cette réponse fournit la matière d'un examen par démonstration verbale sur le squelette.

Ensuite le président du jury tire de l'urne deux ou trois questions qui doivent être répondues par écrit; deux heures sont données pour y répondre.

En tête de la composition est une phrase ou un mot de réclame, répété sur une note portant le nom du candidat; les compositions et les notes sont mises séparément sous cachet.

Le paquet contenant les réponses est ouvert en séance publique; les compositions sont lues à haute voix, ainsi que la réclame.

Après le jugement du jury sur le mérite des compositions, on ouvre le paquet renfermant les notes, afin de connaître le nom des auteurs.

A la suite de cette opération, il est procédé au jugement définitif, déterminé par le mérite combiné des deux sortes de réponses, verbales et écrites.

Le jugement est rendu au scrutin, à la majorité absolue; les candidats sont inscrits dans le procès-verbal par ordre de leur mérite jugé.

Dans le concours pour l'internat, les mêmes formes sont observées, avec ces différences : les démonstrations ne sont point faites sur le squelette, mais sur le cadavre; il est donné trois heures pour la réponse par écrit, laquelle doit se terminer par une prescription médicale.

Le jury d'examen se compose de cinq officiers de santé des hospices, désignés par le sort.

La durée de l'externat est de trois années : faute d'être admis à l'internat avant ce terme, on cesse d'être attaché aux hospices. Le nombre des externes est de cent cinquante, distribués annuellement dans les hospices, suivant les besoins.

Les externes sont subordonnés aux internes : ils les aident et suppléent. Dans les hospices où il y a plus d'externes que d'internes, un d'eux est attaché spécialement à chaque interne; les autres sont employés auxiliairement. Ils suivent régulièrement les visites des chefs, et se conforment à leurs ordres. Ils ne peuvent, sans cause légitime, s'absenter plus de quatre fois par mois : à la cinquième ils sont rayés de la liste, et n'ont, pour y être rétablis, que la voie d'un nouveau concours. L'externe logé dans l'hospice, qui omet d'apporter chaque mois à l'agent de surveillance un certificat de présence du médecin auquel il est attaché, perd de droit son logement.

Le temps d'internat est de deux années, après lesquelles l'élève peut être continué successivement deux autres années, si l'on est satisfait de son service. L'interne qui abandonne le service des hospices n'y peut rentrer qu'en concourant de nouveau. Les fonctions d'interne cessent par la réception au doctorat.

A chaque division de salles, dans les hospices, il est attaché un interne ayant pour adjoint un élève en pharmacie, que peut suppléer un externe. Ces deux élèves accompagnent les médecins dans leurs visites, et prennent note de leurs prescriptions, qu'ils transmettent pour être exécutées sous leur surveillance.

Des internes sont alternativement de garde pour veiller dans les salles, administrer les secours pressants, parer aux accidents, en tout suppléer le chef.

L'avancement, dans l'internat, a lieu en passant d'un hospice d'un ordre inférieur dans un autre où il est requis plus de capacité. L'ordre des hospices est ainsi classé :

1° Bicêtre, la Salpêtrière, Saint-Louis;

2° Les hospices ordinaires de l'intérieur;
3° L'Hôtel-Dieu, la Charité;
4° La Maternité, les Vénériens.

Le traitement des internes est de 500 francs et le logement; s'ils sont nourris, les appointements se réduisent à 100 francs.

L'interne en congé ne jouit que de la moitié de son traitement : l'autre moitié est donnée à l'externe qui le remplace.

La présence des élèves, internes et externes, se constate par leur signature sur une feuille qui est envoyée chaque jour à l'administration avant midi. Tous ceux d'un hospice sont entièrement subordonnés au médecin en chef, dont la surveillance s'étend sur les mœurs, aussi bien que sur le service; les infractions à ses ordres sont punies par un ou plusieurs jours de garde, la suspension sans traitement, et même la destitution.

Tous les sémestres il est rendu compte au conseil d'administration de la conduite des élèves Chaque année, des prix consistant en des médailles d'or et d'argent et en livres, sont distribués à ceux des élèves dont le zèle et l'intelligence ont été remarqués.

Faculté de médecine de Paris.

Doyen. M. Orfila.
Assesseurs. MM. Adelon et Andral.

Le doyen est le chef de la faculté; il est chargé d'en diriger l'administration et la police intérieure.

Les assesseurs l'aident et le suppléent en cas d'absence.

Vingt-quatre professeurs se partagent l'enseignement de la manière suivante :

MM.	Cruveilhier.	*Anatomie.*
	Bérard aîné.	*Physiologie.*
	Orfila.	*Chimie médicale.*
	Pelletan.	*Physique médicale.*
	Richard.	*Histoire naturelle.*
	Deyeux.	*Pharmacologie.*
	Desgenettes.	*Hygiène.*
	Marjolin.	*Pathologie chirurgicale.*
	Duméril. Andral fils.	*Pathologie médicale.*

Broussais.	*Pathologie et thérapeutique générales.*
Richerand.	*Médecine opératoire.*
Adelon.	*Médecine légale.*
Moreau.	*Accouchements, maladies des femmes et des enfants.*
Fouquier. Bouillaud. Chomel.	*Clinique interne.*
Roux. Boyer. J. Cloquet. Dupuytren.	*Clinique externe.*
. . . . .	*Clinique d'accouchements.*

Ces professeurs se distribuent en séries pour les examens, ainsi qu'il suit :

1er Examen.	MM. Orfila. Pelletan. Duméril. Richard.
2e Examen.	Boyer. Cruveilhier. Bérard. Roux. Richerand.
3e Examen.	Andral. . . . Bouillaud. Marjolin.
4e Examen.	Deyeux. Adelon. Alibert. Desgenettes. Broussais.
5e Examen.	Dupuytren. Fouquier. J. Cloquet. Moreau.

Une commission permanente est chargée des propositions à soumettre à la faculté sur les demandes d'allocation ou d'échange d'inscriptions; sur la dispense de quelques-unes des formes prescrites par les réglements et l'admission aux examens.

Cette commission s'assemble tous les lundis.

Elle est composée du doyen, de ses deux assesseurs et de deux professeurs élus annuellement.

Agrégés.

Douze agrégés sont nommés au concours tous les trois ans. Ils sont *stagiaires* pendant trois ans, *en exercice* pendant six années, et *libres* après cette époque.

Les agrégés en exercice sont distribués en trois sections, savoir :

1° *Section de médecine* composée de dix agrégés;

2° *Section de chirurgie* formée de huit agrégés ;

3° *Section des sciences accessoires* comprenant cinq agrégés.

Ces agrégés suppléent les professeurs absents et concourent avec eux aux examens.

École de dissection.

Ne sont admis à l'école de dissection que les élèves qui ont pris inscription dans le trimestre, ou qui n'en ayant pas pris, ont excipé de motifs jugés valables par le doyen.

Des cartes d'entrée distribuées par le chef des travaux anatomiques sont nécessaires pour être admis dans les pavillons.

Chef des travaux anatomiques, M. Breschet ;

Prosecteurs, MM. Monod, Robert et Michou ;

Aides d'anatomie, MM. Huguier, Lenoir et Chassaignac.

Manipulations chimiques.

Deux cents élèves et entre autres tous ceux qui se disposent à subir leur premier examen, sont exercés aux manipulations chimiques.

Préparateur en chef, M. Baruel.

Aides préparateurs, MM. Lesueur et E. Baruel.

École de botanique.

Outre le cours que fait M. Richard à la faculté, il tient des conférences dans un des pavillons et au jardin botanique.

Des herborisations dans la campagne, dont les jours sont indiqués par des affiches, complètent cet enseignement.

Aide de botanique, M. Martins.

Bibliothèque.

La bibliothèque de l'école est ouverte les lundis, mercredis et vendredis, de onze heures à trois.

Les mardis, jeudis et samedis, de onze heures à une heure, les élèves n'y sont admis que s'ils font partie de l'école pratique, ou s'ils ont subi le quatrième examen.

On ne peut entrer à la bibliothèque avec des livres ou cahiers reliés.

Personne n'est autorisé à toucher au catalogue, en volume ou mobile. Il est défendu de monter aux échelles, de converser, de se promener.

Les ouvrages de prix ne sont point livrés à la lecture les jours de séance publique. Dans ces jours, il n'est prêté qu'un volume à la fois.

Avant de sortir, l'élève doit avoir le soin de remettre sur la table placée devant le bureau des bibliothécaires le livre qui lui a eté confié.

Bibliothécaire en chef, M. Mac Mahon.
Sous-bibliothécaire, MM. Dézeimeris et Bayle.

Muséum.

Le Muséum, qui contient des préparations anatomiques, une collection de tous les instruments de chirurgie, une collection de pièces en cire, soit d'anatomie, soit d'anatomie pathologique, un droguier et un cabinet de physique, est ouvert tous les jours de onze à trois heures.

Conservateur, M. Thyllaye aîné;
Sous-conservateur, M. A. Thyllaye.

Comptabilité.

La caisse est ouverte tous les lundis, mercredis et vendredis de dix à douze heures, pendant la première quinzaine des mois de janvier, avril, juillet et novembre : de neuf heures à douze pour les fonds provenants des inscriptions régulières, et de deux à trois heures pour ceux qui proviennent d'inscriptions allouées ou des consignations pour examens.

Agent comptable, M. Amette.

Administration.

Les bureaux de l'administration sont ouverts tous les jours de dix heures à quatre heures, et depuis neuf heures pendant la première quinzaine des mois correspondant aux trimestres des inscriptions.

Il n'est dû, dans les bureaux, aucune rétribution à quelque titre que ce puisse être.

Chef de bureau, M. Véret ;
Secrétaire, M. Domange.

PREMIÈRE PARTIE.

HISTOIRE NATURELLE.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

Les corps de la nature se divisent en deux grandes classes : les CORPS ORGANIQUES OU VIVANTS, et les CORPS INORGANIQUES OU BRUTS.

1. Tous les êtres vivants, les végétaux comme les animaux, sont formés par l'assemblage de parties hétérogènes, solides et fluides. Un tissu aréolaire, composé de lames ou de fibres solides, doué d'une grande extensibilité et dont les interstices sont remplis de fluides, constitue toujours la base de ces corps; et cette structure, qui a reçu le nom d'ORGANISATION, est une des conditions essentielles de leur existence.

Un autre caractère inhérent à tout corps doué de vie, est la faculté de se NOURRIR, c'est-à-dire la *faculté de durer, pendant un temps et sous une forme déterminée, en attirant sans cesse, dans sa composition, une partie des substances qui l'environnent, et en rendant au monde extérieur des portions de sa propre substance.* Or, il est impossible de concevoir un mouvement semblable, sans un mode de structure tel que celui que nous venons d'indiquer.

En effet, pour assurer à ces corps une forme quelconque, il leur fallait évidemment des parties

solides, pour y entretenir le mouvement nutritif, pour faire pénétrer dans leur tissu interne les molécules étrangères destinées à y être assimilées, et pour porter au dehors les particules qui devaient cesser d'entrer dans leur composition, des parties fluides leur étaient aussi nécessaires. Ces mêmes fluides devaient pouvoir pénétrer partout où il y avait vie à entretenir, dans l'épaisseur des solides comme à leur surface; et par conséquent les parties solides devaient nécessairement avoir une texture spongieuse et aréolaire. Aussi a-t-on constaté que tous les êtres vivants, actuellement connus, sont organisés comme nous venons de le dire; et il nous est même impossible de comprendre l'existence d'un animal ou d'un végétal qui ne présenterait pas ce genre de structure.

Ce mode d'organisation et la faculté de se nourrir ne sont pas les seules propriétés qui sont communes à tous les animaux et qui se rencontrent aussi dans le règne végétal. Ces êtres ne peuvent exister que pendant un temps dont la limite extrême est déterminée pour chacun d'eux; et la MORT est une suite nécessaire de la vie. Mais cette destruction de l'individu n'entraîne pas la disparition de l'espèce à laquelle il appartient; car tous les êtres vivants produisent des êtres semblables à eux, et perpétuent leur forme par l'acte de la GÉNÉRATION.

Enfin, la nature chimique des composés qui constituent les êtres organisés, est également caractéristique. On trouve toujours dans ces corps un certain nombre de substances qui se rencontrent aussi dans le règne minéral et qui n'offrent ici rien de particulier: l'eau, l'acide carbonique et diverses combinaisons salines rentrent dans cette catégorie; mais les produits qui forment la base essentielle de toutes les parties solides des animaux et des végétaux, appar-

tiennent en propre au règne organique et présentent des propriétés très remarquables. En dernière analyse, ils peuvent être ramenés à un petit nombre d'éléments, dont la nature varie peu. Tantôt ce sont des composés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, tantôt ce sont des substances résultants de l'union de ces trois corps simples avec l'azote, et dans quelques cas on y rencontre en outre du phosphore et du soufre. Les caractères chimiques de ces corps, que l'on désigne sous le nom de *produits immédiats organiques,* ne permet pas de les confondre avec les composés du règne inorganique. Ces faits seront exposés avec plus de détails dans le résumé de chimie: mais cependant nous croyons devoir ajouter encore ici que le peu de stabilité que l'on remarque dans la plupart de ces combinaisons est évidemment en rapport avec le rôle qu'ils sont appelés à jouer; car, pour se prêter au mouvement nutritif, il faut nécessairement qu'ils puissent être modifiés facilement sous l'influence de nos organes, et qu'ils puissent, jusqu'à un certain point, se transformer les uns dans les autres.

En résumant ce que nous venons de dire, on voit que les caractères généraux des corps vivants se réduisent à *leur mode de structure et à leur composition chimique; à la faculté dont ils jouissent de se nourrir et de se reproduire; enfin à la durée limitée de leur existence.*

2. Les *corps inorganiques* ou *bruts* peuvent être des corps simples ou des corps composés. Lorsqu'ils ont une existence individuelle et qu'ils ne consistent pas en un simple mélange de deux ou de plusieurs substances, ils ont la même nature dans toutes les parties de leur masse. Leur volume n'est pas nécessairement limité et il peut s'accroître indéfiniment ou être divisé sans que rien soit changé quant à

leurs autres propriétés. Leur accroissement se fait par la juxta-position de molécules semblables à celles déjà existantes et ne dépend que des lois de l'attraction. Enfin, leur durée n'a pas de limites déterminées, et ils ne possèdent pas, comme les êtres vivants, la propriété de donner naissance à d'autres corps semblables à eux.

Il est des corps inorganiques qui ne peuvent être produits que dans l'intérieur des corps vivants; d'autres, au contraire, se forment au sein de la nature inerte, sans aucune participation de forces vitales, comme les pierres et les métaux; ces derniers sont appelés *substances minérales*; et lorsqu'ils ne sont pas le produit de l'art, mais qu'on les retire du sein de la terre, on leur donne le nom de *minéraux*.

3. Les corps vivants se divisent en deux groupes, les *végétaux* et les *animaux*, qui diffèrent par leur structure, leur composition chimique et leurs propriétés vitales.

Les végétaux sont essentiellement formés de cellules à parois isolées et complètes, qui sont juxta-posées et faciles à distinguer au microscope. Les animaux sont, au contraire, formés de fibres ou de lamelles qui paraissent être, en dernière analyse, composées de globules d'une petitesse extrême, et les cellules qu'on y remarque ne sont, en général, que des lacunes sans parois propres, de simples espaces vides laissés entre ces fibres et ces lamelles.

La composition chimique des végétaux et des animaux est également différente. Les produits immédiats qui constituent les plantes ne renferment, en général, que peu ou point d'azote, et ces corps ont pour base le carbone; dans les animaux, au contraire, c'est l'azote qui joue le rôle principal.

Chez les animaux la vie se montre aussi sous une

forme plus compliquée que chez les plantes. A la faculté de se nourrir et de se reproduire, vient s'adjoindre celle d'exécuter, sous l'influence d'une volonté intérieure, des mouvements qui tendent à un but déterminé, et celle de sentir ou de recevoir des impressions et d'en avoir la connaissance. De là est venu le nom d'*êtres animés* que l'on donne à ces corps, par opposition aux végétaux qu'on nomme *êtres inanimés*.

Les végétaux tirent leur nourriture du sol où ils sont implantés, ou de l'atmosphère qui les entoure et absorbe cette nourriture sans lui faire subir aucune altération préalable. Chez les animaux, il en est tout autrement : ces êtres sont pourvus d'une cavité intestinale, destinée à recevoir les substances nutritives, et à leur faire subir certaines modifications, qui les rendent propres à pénétrer dans le tissu des organes et à servir aux divers actes qui constituent le travail de l'assimilation. Jusqu'en ces derniers temps, on a cru que les animaux les plus simples n'avaient pas de cavité semblable, et se nourrissaient comme les plantes, par simple absorption ; mais les observations récentes de M. Erhenberg, sur les animalcules infusoires, ont montré que, même chez les *monades*, il existe une cavité digestive.

Le mode de respiration est encore différent dans ces deux classes de corps vivants. Les plantes absorbent l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère et, sous l'influence de la lumière, exhalent de l'oxygène. Les animaux, au contraire, absorbent de l'oxygène et n'exhalent que de l'acide carbonique.

Enfin, le mode de nutrition de ces êtres, et la nature des mouvements qu'ils peuvent être appelés à exécuter, ont déterminé encore d'autres diffé-

rences dans leur structure et dans leurs rapports, avec le monde extérieur. Les plantes sont presque toujours fixées au sol, et se terminent par des racines qui y pénètrent et qui servent à y pomper les substances alimentaires que ces êtres y trouvent. Chez les animaux, rien de semblable; un très petit nombre d'animaux vivent adhérents au sol, et jamais ils n'y envoient des prolongements ayant les mêmes fonctions que les racines des plantes.

4. Le nombre des êtres soit vivants, soit inorganiques, qui peuplent la terre, est immense, et leur étude forme plusieurs sciences distinctes. L'*Histoire naturelle* est la branche des connaissances humaines qui s'occupe de la description et du classement de ces êtres; et à son tour elle se divise en *botanique*, *zoologie*, *minéralogie*, *géologie*, *anatomie*, *physiologie*, etc.

I.

BOTANIQUE.

5. La Botanique (*Res herbaria*, *Botanica*, de βοτανη, plante) est cette partie de l'histoire naturelle qui traite des végétaux. Elle comprend trois branches principales :

1° La *Botanique* proprement dite, qui considère les végétaux d'une manière générale, qui les décrit et les classe comme des êtres distincts les uns des autres, et qui se subdivise en : A. *Glossologie*, ou science des termes propres qui servent à désigner les différentes parties et les divers organes qui composent les végétaux ; en un mot, c'est la science de la langue botanique ; B. *Taxonomie*, ou connaissance des règles d'après lesquelles on classe les plantes, et des systèmes de classification qui ont été successivement adoptés ; C. *Phytographie*, ou art de décrire les plantes.

6. 2° La *Physique végétale*, qui s'occupe des végétaux considérés comme êtres organisés, et fait connaître leur structure intime et les fonctions de leurs organes. Elle renferme aussi trois divisions : A. *Organographie*, ou anatomie végétale ; B. *Physiologie végétale* ; C. *Pathologie végétale*.

7. 3° La *Botanique appliquée*, qui comprend l'étude des divers usages ou emplois des végétaux dans les sciences, les arts et l'industrie. C'est ainsi que l'on distingue la *botanique médicale*, la *botanique agricole*, etc.

8. Les Végétaux sont des êtres organisés et

vivants, privés de sensibilité et de mouvements volontaires, mais doués de l'irritabilité ; fixés ordinairement au lieu où ils ont pris naissance et se nourrissant de substances inorganiques qu'ils puisent autour d'eux, par des organes particuliers, dans le , dans l'eau et dans l'atmosphère.

§ I. ORGANOGRAPHIE,

Physiologie végétale et Glossologie.

9. Les végétaux sont composés d'un *tissu* particulier, formé de lames membraneuses, d'une épaisseur variable. Ce tissu offre deux grandes modifications, d'après lesquelles on l'a distingué en *tissu cellulaire* et en *tissu vasculaire*.

10. Le Tissu cellulaire est composé d'un assemblage de cellules contiguës les unes aux autres, à parois minces, transparentes, percées de pores ou même de fentes, qui établissent des communications entre les cellules. Leur forme est variable suivant les résistances qu'elles éprouvent ; lorsqu'elles se développent librement, comme dans la moelle, les fruits pulpeux, etc., elles sont généra-ement hexagonales ; comprimées, elles s'alongent, forment des prismes hexaèdres, deviennent dures, et constituent ce qu'on appelle les *fibres végétales*. On peut isoler ces cellules les unes des autres ; chacune d'elles forment une petite vésicule à parois distinctes, de sorte que là où deux cellules sont contiguës, la membrane qui les sépare est composée de deux feuillets. Les utricules du tissu cellulaire renferment des corpuscules ovoïdes, ordinairement verts, qu'on nomme *globuline* ; chacun d'eux est une vésicule dans laquelle se développent d'autres petits grains, nommés *globulins* ; ceux-ci, par leur croissance progressive, rompent cette membrane

qui les contenait, et deviennent à leur tour autant de vésicules dans lesquelles se développent ensuite d'autres granules. C'est par ces développements successifs que s'opère, en tous sens, l'accroissement du tissu cellulaire. Ces granules qui colorent les végétaux portent encore le nom de *chromule*.

Les lamelles qui composent le tissu cellulaire ont peu de consistance; aussi se déchirent-elles souvent par l'effet de l'accroissement de la plante. Il se forme ainsi des espaces vides, plus ou moins grands, et remplis d'air, qu'on nomme *lacunes* : on les observe principalement dans les végétaux aquatiques.

11. Le Tissu vasculaire ou tubulaire se compose de lames de tissu cellulaire roulées sur elles-mêmes, de manière à former des tubes, qui parcourent les différentes parties du végétal pour y porter l'air et les fluides nécessaires à son existence. Ces canaux s'unissent par de fréquentes anastomoses, et constituent ainsi une sorte de réseau. Leur calibre est le plus souvent cylindrique, quelquefois ovale ou anguleux; leurs parois peu transparentes et d'une certaine épaisseur, sont plus résistantes que les lames du tissu cellulaire qui les forment. Ils sont toujours placés dans le sens longitudinal de la plante. Ces vaisseaux présentent sept modifications principales :

12. 1° Les *vaisseaux en chapelet* ou *moniliformes* sont formés par la superposition de cellules poreuses : aux points de jonction, on observe un étranglement; cette espèce de tubes se trouve surtout au collet de la racine, à la naissance des branches, etc., et sert au passage de la sève des gros vaisseaux de la tige dans ceux des branches.

13. 2° Les *vaisseaux poreux* sont caractérisés par des parois criblées de pores disposés régulière-

ment sur des lignes transversales. Ces vaisseaux s'anastomosent fréquemment entre eux, et s'observent dans les racines, les nervures des feuilles, etc.

14. 3° Les *fausses trachées* ou *vaisseaux fendus* ne diffèrent des précédents que parce que leurs parois sont coupées de fentes transversales ; ce sont, de même que les suivants, les principaux canaux de la sève dans toutes les parties du végétal.

15. 4° Les *trachées* sont des tubes formés par une lame étroite, transparente, élastique, roulée en spirale sur elle-même, dont les bords en contact n'ont cependant aucune adhérence entre eux. Ces vaisseaux sont comme isolés dans le tissu du végétal, et se remarquent sur-tout dans les jeunes pousses, soit autour de la moelle, soit au centre des filets ligneux.

16. 5° Les *vaisseaux mixtes* sont ceux qui, dans les divers points de leur trajet, présentent alternativement la sructure de plusieurs des espèces précédentes.

17. 6° Les *vaisseaux propres* sont des tubes courts, non poreux, contenant un suc propre, particulier à chaque espèce de végétal. Ils se trouvent dans l'écorce, la moelle, les fleurs, etc.

18. 7° Les *tubes simples* ou *vaisseaux séveux*, ont des parois minces, opaques et non poreuses ; leur volume varie : ils sont souvent ramifiés et anastomosés entre eux, et servent à la circulation de la sève.

19. Diversement réunis entre eux et formant des faisceaux plus ou moins alongés, soudés par du tissu cellulaire, ces vaisseaux prennent le nom de *fibres*, par opposition avec la partie molle, composée presque uniquement de tissu cellulaire, qu'on nomme *parenchyme*. Ces deux modifications des éléments organiques, en se combinant de diverses manières, constituent les organes des végétaux et en déterminent la forme.

20. En outre, on observe, dans presque toutes les plantes, des glandes et des poils.

Les *glandes* sont des organes spéciaux destinés à séparer de la masse des liquides un fluide particulier, et qui, par leur usage et leur structure, ont la plus grande analogie avec celles des animaux. Elles sont formées par un tissu cellulaire très fin, dans lequel se ramifient un grand nombre de vaisseaux. D'après leur forme, qui est très variée, on nomme ces glandes *miliaires*, *vésiculaires*, *globulaires*, *utriculaires*, *papillaires*, etc. — Les *poils* sont des filaments plus ou moins déliés, paraissant servir à l'exhalation et à l'absorption. Souvent ils ne sont autre chose que les canaux excréteurs des glandes, comme cela se voit très manifestement dans l'ortie brûlante. Suivant les formes qu'ils affectent, on les appelle *simples*, *rameux*, *subulés*, *capités*, etc. Peu de plantes sont dépourvues de poils : ils existent sur-tout sur celles qui vivent dans les lieux secs et arides. Quand ils se trouvent en nombre à la surface d'un organe, on dit que cet organe est *pubescent*.

ORGANES DE LA VÉGÉTATION.

Ces organes sont : la RACINE, la TIGE, les BOURGEONS, les FEUILLES, les STIPULES, les ÉPINES, les AIGUILLONS et les VRILLES.

21. RACINE. C'est la partie de la plante qui la termine inférieurement et s'enfonce ordinairement dans la terre pour y puiser les sucs nécessaires à son existence, et pour la fixer au sol. Dans plusieurs végétaux, la racine n'est pas implantée dans la terre; certaines flottent au milieu de l'eau; d'autres s'attachent à la surface d'une autre plante; d'autres, enfin, à des rochers, aux murs, etc. Deux caractères dis-

tinguent principalement la racine des autres organes des végétaux : sa tendance constante à croître en sens inverse de la tige, et la propriété de ne jamais devenir verte lorsqu'elle est exposée à l'air ou à la lumière. Toutes les plantes, à l'exception de quelques conferves et de quelques trémelles, sont pourvues de racines.

Différentes parties, dans les végétaux, sont susceptibles de produire des racines. C'est ainsi que dans certains figuiers on voit des racines partir de divers points de la tige et venir, d'une hauteur souvent considérable, s'enfoncer dans la terre : on les appelle *racines adventives.*

Les branches de plusieurs arbres, du saule entre autres, coupées et mises en terre, poussent des radicelles, et acquièrent ainsi les moyens de continuer leur végétation. C'est sur cette propriété qu'est fondée la pratique du marcottage et des boutures.

On divise ordinairement la racine en trois parties : le *corps* ou partie moyenne, de forme et de consistance variées ; le *collet* ou *nœud vital,* ligne de démarcation entre la tige et la racine, d'où part le bourgeon ; le *chevelu* ou *radicelles*, fibres plus ou moins déliées, qui terminent la racine et dont l'extrémité est destinée à absorber les sucs nourriciers.

Suivant leur durée, les racines sont : *annuelles*, *bisannuelles* ou *vivaces.* La température et même la culture peuvent changer cette durée.

Selon leur forme et leur structure, qui admettent d'ailleurs de nombreuses modifications, elles se distinguent principalement : 1° en *pivotantes ;* 2° en *fibreuses ;* 3° en *tubérifères :* celles-ci ont, sur divers points, des *tubercules* renfermant des amas de fécule amylacée ; 4° en *bulbifères :* ces dernières,

dont tous les botanistes ne reconnaissent pas les caractères, sont formées par un tubercule mince et aplati, nommé *plateau*, dont la partie inférieure donne naissance à une racine fibreuse, et dont la partie supérieure supporte un bulbe ou oignon, qui n'est véritablement pas autre chose qu'un bourgeon. La première espèce de racines est particulière aux dicotylédons; la seconde, aux monocotylédons; la troisième appartient exclusivement aux plantes vivaces.

Parmi les racines, plusieurs fournissent des aliments à l'homme et aux animaux; d'autres sont employées dans les arts industriels, et particulièrement pour la teinture; un grand nombre contiennent des principes dont la médecine fait usage.

22. Tige. Cette partie de la plante croît en sens inverse de la racine, et sert de support aux feuilles, aux fleurs et aux fruits. Elle est quelquefois si peu développée, qu'elle semble ne pas exister dans certains végétaux; dans ce cas on les nomme *acaules* ou *sessiles*. On ne doit pas confondre avec la tige proprement dite, la *hampe*, qui n'est autre chose qu'un pédoncule servant à porter les fleurs, n'est jamais garnie de feuilles, et part du collet de la racine; ni le pédoncule radical, qui ne diffère de la hampe que parce qu'il naît de l'aisselle d'une feuille radicale, et non du centre d'un assemblage de ces feuilles.

23. D'après l'organisation et le mode de développement des tiges, on en distingue cinq espèces principales: 1° le *tronc*: c'est ainsi qu'on nomme la tige des arbres forestiers; ses caractères principaux sont d'être conique, alongée, de s'élever verticalement, d'être nue à sa base et de se terminer, en haut, par des divisions de plus en plus petites, qu'on appelle *branches*, *rameaux*, *ramuscules*, etc. Cette

espèce de tige appartient exclusivement aux plantes dicotylédonées; 2° le *stipe*, qui est propre aux monocotylédons; il est cylindrique, souvent plus gros à la partie moyenne qu'aux extrémités, rarement ramifié, et supporte, à son sommet, un bouquet de feuilles entremêlées de fleurs; 3° le *chaume*, tige simple, rarement ramifiée, le plus souvent fistuleuse, séparée de distance en distance par des nœuds saillants, desquels naissent les feuilles dont la base forme une espèce de graine fendue longitudinalement. Cette dénomination ne s'applique qu'à la tige des graminées; 4° le *rhizôme* ou *souche*: c'est une tige souterraine horizontale, cachée en tout ou en partie sous le sol et donnant, par son extrémité antérieure, de nouvelles tiges, en même temps que son extrémité postérieure se détruit. On l'a longtemps confondue avec les racines, et on la nommait *racine progressive*; mais elle en diffère essentiellement en ce qu'elle offre toujours, sur quelques points de son étendue, des traces des feuilles des années précédentes, et qu'elle s'accroît par le point le plus rapproché des feuilles, tandis que le contraire a lieu pour la véritable racine; 5° enfin la *tige* proprement dite: c'est celle qui se rencontre le plus généralement, et ne peut être rapportée à aucune des quatre espèces précédentes.

Les tiges, en général, subissent un grand nombre de modifications, tant sous le rapport de leur consistance que sous ceux de leur forme, de leur direction, de leur division, etc.; et suivant ces diverses circonstances elles reçoivent des épithètes appropriées: c'est ainsi qu'on distingue des tiges herbacées, ligneuses, rondes, triangulaires, noueuses, articulées, verticales, rampantes, grimpantes, simples, rameuses, glabres, glauques, striées, épineuses, inermes, etc.

24. La structure de la tige varie, suivant qu'on l'examine dans les végétaux dicotylédonés ou monocotylédonés. La tige des dicotylédons, le tronc d'un arbre, par exemple, coupé transversalement, offre à considérer en procédant de l'extérieur à l'intérieur :

25. 1° L'*épiderme*, lame mince, transparente, incolore, formée d'un tissu uniforme, composé de cellules de figures très diverses, et percée d'un nombre considérable de petites ouvertures nommées généralement *pores corticaux*, et par quelques auteurs *stomates*; ces pores sont de petites poches placées dans l'épaisseur de la membrane et s'ouvrant, à l'extérieur, par une fente ovalaire bordée d'une sorte de bourrelet. L'épiderme enveloppe toutes les parties du végétal, dont on peut facilement le détacher, sur-tout dans les jeunes tiges. Il est assez peu extensible, ce qui fait qu'il se fendille et se rompt souvent par l'accroissement de la plante.

26. 2° L'*enveloppe herbacée*, couche de tissu cellulaire, le plus souvent de couleur verte, qui recouvre le tronc, les branches et leurs divisions; elle renferme souvent les sucs propres des végétaux, et paraît avoir des usages analogues à ceux de la moelle.

27. 3° Les *couches corticales*, qui sont en général peu distinctes du *liber*; lorsqu'elles sont apparentes, elles sont formées de plusieurs réseaux de cellules alongées, superposées les unes aux autres.

28. 4° Le *liber*, enveloppe composé d'un plexus de cellules alongées, dont les intervalles sont remplis de tissu cellulaire; à l'aide de la macération, on peut séparer le liber en feuillets distincts; cet organe, indispensable à la végétation, constitue avec l'épiderme, l'enveloppe herbacée et les couches

corticales, cette partie du tronc qu'on appelle l'é-*corce*.

29. 5° L'*aubier* ou *faux bois* qui ne diffère des couches ligneuses que parce qu'il n'a point encore acquis la dureté et la ténacité que celles-ci présentent ; on le distingue du bois par sa couleur qui, en général, offre une teinte moins foncée, et par l'absence complète des vaisseaux.

30. 6° Le *bois*, c'est la partie la plus dure du tronc ; il est composé de zônes concentriques, auxquelles chaque année en ajoute une nouvelle, qui se forme aux dépens de la couche la plus interne de l'aubier ; le tissu du bois présente dans son organisation des vaisseaux, tels que des fausses trachées, des vaisseaux poreux, mais jamais de véritables trachées ; ces canaux, tantôt dispersés çà et là, tantôt réunis en faisceaux, servent à la circulation de la sève.

31. 7° L'*étui médullaire*, qui occupe le centre de la tige et tapisse la couche la plus intérieure du bois. Ses parois sont formées de vaisseaux très longs, marchant parallèlement et disposés longitudinalement ; c'est parmi ces vaisseaux qu'on trouve les *trachées*. Les formes de cet étui varient dans les diverses plantes : une fois formé, sa figure et ses dimensions ne changent plus pendant tout le reste de la vie du végétal.

32. 8° Enfin, la *moelle*, substance spongieuse, diaphane, légère, composée presque en totalité de tissu cellulaire dans son plus grand état de simplicité. Les cellules qui constituent ce tissu ont une figure en général très régulière. La moelle communique avec l'enveloppe herbacée au moyen de prolongements qu'on a nommés *insertions* ou *prolongements médullaires*, et qui, partant du centre, se dirigent en rayonnant vers la circonférence.

33. La structure de la tige des monocotylédons diffère essentiellement de la précédente : la coupe transversale d'un palmier, par exemple, n'offre pas l'aspect régulier et symétrique des couches concentriques, ni le canal médullaire que présente le tronc d'un chêne : toutes ces parties semblent réunies et confondues; la moelle remplit toute l'épaisseur de la tige; le bois est divisé en nombreux filets, tantôt épars, tantôt en faisceaux longitudinaux, et dispersés sans ordre au milieu de la substance médullaire; l'écorce souvent n'existe pas, ou du moins est très peu distincte des autres parties de la tige; enfin, par une différence essentielle, dans les dicotylédons les couches les plus dures sont à l'intérieur, tandis que dans les monocotylédons les parties les plus solides sont à la circonférence.

34. Quant à l'*organisation de la racine*, elle est la même que celle de la tige ; seulement, dans les plantes dicotylédonées, le canal médullaire, facile à distinguer chez les jeunes individus, s'oblitère peu à peu, et finit par disparaître.

35. Accroissement des tiges. Tous les végétaux se développent en deux sens, en hauteur et en diamètre ; mais la manière dont s'opère cet accroissement diffère dans les *dicotylédons* et les *monocotylédons*. Dans les premiers, on voit se former chaque année une nouvelle couche ligneuse, due au *cambium*, qui tous les ans donne à la fois naissance à une nouvelle couche d'*aubier* et à une nouvelle couche de *liber*. Si, en effet, on examine une jeune branche à l'époque de la végétation, on observe, entre le liber et l'aubier, une couche d'un fluide, d'abord clair et limpide, qui s'épaissit peu à peu et prend de la consistance; ce fluide ou *cambium*, est formé par la sève descendante, mêlée à une partie des sucs propres du végétal; il s'organise

et devient l'agent de l'*accroissement en diamètre*. Ainsi, en résumé, chaque année le liber s'accroît en épaisseur par sa face interne, et l'aubier par sa face externe; et, comme nous l'avons dit, l'aubier acquiert plus de densité et se change en bois.

Cette théorie, qui paraît la plus satisfaisante, est celle de M. Mirbel. Parmi les diverses opinions qui ont été émises sur ce point, il en est deux que nous devons mentionner : celle de Duhamel, qui pensait que l'accroissement en diamètre a lieu, dans les arbres dicotylédons, par la transformation annuelle du *liber* en *aubier*, de ce dernier en *bois*, et par le renouvellement successif du liber; et celle de Du Petit-Thouars, qui admettait que la formation successive des couches ligneuses est due au développement des bourgeons: ceux-ci, qui puisent les matériaux de leur nutrition dans le *parenchyme* intérieur, sont, dès l'instant où ils se manifestent, animés comme l'embryon de la graine, de deux mouvements opposés, l'un ascendant et l'autre descendant; le premier produit la jeune branche, et le second forme la nouvelle couche ligneuse, en envoyant vers la partie inférieure de la plante des fibres, qui, glissant entre le liber et l'aubier, s'y anastomosent avec celles qui partent des autres bourgeons.

36. L'*accroissement en hauteur* s'explique, d'après la théorie de M. Mirbel, de la manière suivante : à l'époque de la germination, la plumule s'élève vers le ciel, le cambium s'organise et croît en hauteur jusqu'à l'automne; à cette époque il s'arrête; on a ainsi une tige formée d'un cône alongé. Au printemps suivant, l'extrémité de la moelle que contient ce cône s'alonge, une nouvelle couche de cambium s'organise et forme un second cône d'aubier et de bois; à celui-ci en succèdent d'autres d'année

en année, de sorte que le tronc se trouve composé de cônes emboîtés les uns dans les autres.

37. L'*accroissement dans les monocotylédons* est peu marqué en diamètre. Dans un palmier, par exemple, après la germination, les feuilles ordinairement plissées sur elles-mêmes, se déroulent et forment un faisceau circulaire au-dessus du collet de la racine; du centre de ce faisceau, un autre bouquet de feuilles s'élève l'année suivante, entièrement semblable au premier; les feuilles anciennes, repoussées à la circonférence, se dessèchent et tombent, mais leur base adhérente au sommet de la racine, persiste et constitue, en se soudant, un anneau solide, qui est la base du *stipe;* le même phénomène se reproduit d'année en année, et le stipe se trouve ainsi composé d'anneaux, superposés les uns aux autres, au lieu de l'être de couches concentriques.

38. Bourgeons. On désigne en général sous ce nom toutes les parties des plantes qui renferment les jeunes pousses ou les rudiments d'une nouvelle formation. On en distingue cinq espèces:

1° Les *bourgeons* proprement dits; ce sont des corps ordinairement ovoïdes, coniques ou arrondis, placés le plus souvent sur les branches, dans l'aisselle des feuilles ou à l'extrémité des rameaux; ils sont formés d'écailles superposées les unes aux autres, sous lesquelles, dans les climats froids, se trouve une sorte de tissu tomenteux, ou de bourre, qui cache les rudiments de branches, de feuilles et de fleurs; ces écailles ne sont pas toutes d'une même nature; mais ce sont toujours des organes avortés. tels que des feuilles, des pétioles, etc., ce qui a fait distinguer les bourgeons en *foliacés, stipulacés*, etc. Dans les plantes de la zône torride, les bourgeons ne sont pas recouverts d'écailles; d'où la division de ces organes en *nus* et *écailleux*. Ils commencent

à paraître en été, au moment de la plus grande vigueur de la végétation; ils portent alors le nom d'*yeux;* en automne ils prennent quelque accroissement et constituent les *boutons ;* après être restés stationnaires pendant l'hiver, ils achèvent de se développer au printemps, et c'est à ce degré qu'ils reçoivent le nom de bourgeons proprement dits. Suivant les parties qu'ils renferment, les bourgeons sont divisés en *florifères*, *foliifères* et *mixtes*. La forme de chacune de ces espèces sert en général à les faire reconnaître ; ainsi celle qui porte des fleurs est conique et gonflée, tandis que celle qui porte des feuilles est effilée et pointue.

2° Le *turion*. C'est le bourgeon souterrain des plantes vivaces qui, en se développant, produit chaque année de nouvelles tiges.

3° Le *bulbe*, espèce de bourgeon, qui, comme le turion, appartient aux plantes vivaces dont les tiges sont annuelles ; il se rencontre, presque toujours, dans les végétaux monocotylédonés. Il est formé de lames ou d'écailles ordinairement charnues, qui tantôt restent cachées sous terre, tantôt se montrent à la surface du sol, et qui sont placées sur une espèce de plateau solide, horizontal, nommé *lecus*, et intermédiaires entre elles et la véritable racine. Au centre de ces écailles, se trouvent les rudiments de la hampe et des feuilles. Suivant la forme des écailles, les bulbes sont distingués en *bulbes en tunique*, lorsqu'elles sont d'une seule pièce, et s'emboîtent les unes dans les autres; en *bulbes écailleux*, lorsqu'elles sont libres par leurs côtés, et ne se recouvrent qu'à la manière des tuiles d'un toit; et en *bulbes solides*, lorsqu'elles sont tellement soudées et confondues entre elles, qu'elles ne forment qu'un corps homogène charnu, et qu'on ne peut séparer en lames. Les *bulbes* sont encore

simples ou *multiples ;* dans ce dernier cas, ils sont formés de petits bulbes réunis sous une même enveloppe, et auxquels on donne le nom de *cayeux*. La forme la plus générale des bulbes est ovoïde ou globuleuse, d'autres fois, mais rarement, alongée ou cylindrique. Ils se régénèrent chaque année : tantôt de nouveaux bulbes naissent au centre même des anciens, tantôt à leurs parties latérales, et tantôt au-dessus ou au-dessous.

4° Les *tubercules*. Ce sont des amas de fécule amylacée, qui se trouvent sur les racines tubérifères, et qui ne sont réellement qu'une espèce de bourgeon souterrain.

5° Enfin, les *bulbilles*, qui ne diffèrent des bulbes que par leur moindre volume, et parce qu'elle naissent sur diverses parties de la plante, telles que l'aisselle des feuilles, l'intérieur des spathes, du péricarpe, etc. Ces bulbilles, lorsqu'elles sont mûres, se détachent d'elles-mêmes, prennent racine dans la terre et donnent naissance à un nouvel individu. Les plantes qui portent des bulbilles se nomment *vivipares*.

39. Feuilles. Les feuilles sont, avec les racines, les principaux organes de l'absorption et de la nutrition; elles servent, en outre, à la transpiration et à l'exhalation des végétaux, dont elles sont en quelque sorte les organes respiratoires. Ce sont des organes ordinairement membraneux, planes, verdâtres, horizontaux, naissant de la tige et des rameaux, ou partant immédiatement du collet de la racine. Avant de paraître, elles sont renfermées dans les bourgeons et y sont arrangées diversement, mais toujours de la même manière dans les plantes d'une même espèce, d'un même genre, et quelquefois de toute une famille. Cet arrangement, auquel on a donné le nom de *préfolia-*

tion, est uniforme ; sous ce rapport, les feuilles présentent trois modifications principales ; elles sont *appliquées, pliées* ou *roulées ;* chacune de ces modifications est, de plus, susceptible d'un grand nombre de variétés. L'époque à laquelle les feuilles sortent du bourgeon, s'appelle *feuillaison.*

40. Si l'on examine la structure générale de ces organes, on voit qu'ils sont formés d'un faisceau de fibres provenant de la tige ; ces fibres, qui ne sont autres que des vaisseaux, se ramifient diversement, et constituent une sorte de réseau, dont les mailles sont remplies d'un tissu cellulaire, plus ou moins abondant, qui tire son origine de l'enveloppe herbacée. La feuille peut donc être définie, l'épanouissement d'un faisceau de fibres. Si ce faisceau s'épanouit dès le moment qu'il se sépare de la tige, la feuille est immédiatement adhérente à cette dernière, et est alors dite *sessile ;* si, au contraire, le faisceau se prolonge avant de s'épanouir, il prend le nom de *pétiole*, et la feuille est dite *pétiolée ;* ce pétiole peut être *simple* ou *ramifié ;* dans ce dernier cas, on l'appelle *support commun* ou *rachis*, et ses divisions et subdivisions, *pétioles partiels*, secondaires, ternaires, etc., ou *pétiolules.*

41. L'expansion membraneuse qui constitue la feuille proprement dite, s'appelle le *limbe* ou *disque ;* sa face supérieure est ordinairement plus lisse, plus verte et couverte d'un épiderme plus adhérent, et presque dépourvu de pores corticaux ; sa face inférieure est plus molle, d'une couleur moins foncée, souvent couverte de poils ou de duvet : cette face inférieure dont l'épiderme présente un grand nombre de pores, qui sont autant d'orifices des vaisseaux intérieurs, est encore remarquable par une quantité de prolongements du pétiole, formant en divers sens des lignes saillantes, qu'on appelle *nervures.*

La principale de ces lignes, qui fait suite au pétiole, et divise ordinairement la feuille en deux parties à peu près égales, porte le nom de *nervure médiane*, ou de *côte*, et c'est de ses parties latérales que partent les nervures secondaires. Suivant leur épaisseur et la saillie qu'elles forment, ces lignes s'appellent *nervures* proprement dites, quand elles sont très prononcées; *veines*, lorsqu'elles le sont peu; et *veinules*, quand elles le sont moins encore. Quelquefois les nervures se prolongent au-delà de la circonférence de la feuille, et forment des épines plus ou moins aiguës. La disposition des nervures peut servir à caractériser certaines divisions des végétaux; ainsi, dans la plupart des monocotylédons, elles sont simples, et souvent, pour ainsi dire, parallèles; dans les dicotylédons, au contraire, elles sont très ramifiées et anastomosées entre elles. Les feuilles présentent, sous le rapport de la disposition des nervures, trois modifications principales; elles sont: 1° *basinerves* ou *digitinerves*, lorsque les nervures partent toutes de la base de la feuille, et se dirigent vers son sommet, sans se diviser sensiblement; 2° *latérinerves* ou *penninerves*, lorsque les nervures naissent des parties latérales de la côte, et se rendent obliquement vers le sommet ou horizontalement vers la circonférence; 3° *mixtinerves*, quand elles participent de ces deux caractères.

42. Suivant la manière dont les feuilles sont fixées à la tige, elles peuvent y tenir simplement par un rétrécissement, une sorte d'articulation qui ne fait pas corps avec elle : on les dit alors *articulées*; toutes celles de cette espèce sont *caduques*, c'est-à-dire, se détachent spontanément à certaines époques; ou bien elles sont intimement unies au rameau, et ne peuvent en être séparées sans déchirure; dans ce cas, elles sont toujours *persistantes*.

43. Les feuilles *sessiles* sont *amplexicaules*, quand elles embrassent la tige dans toute sa circonférence; *semi-amplexicaules*, lorsqu'elles n'en embrassent que la moitié; *engaînantes*, lorsque leur base se prolonge sur la tige, de manière à lui former une sorte de gaîne; *décurrentes*, quand le limbe descend sur la branche sous forme d'ailes membraneuses; *perfoliées*, si le limbe est en quelque sorte traversé par la tige; enfin *connées* ou *conjointes*, lorsque les limbes de deux feuilles opposées sont soudés base à base, et que la tige passe au milieu de la soudure.

44. Les feuilles sont encore *simples* quand leur limbe est d'une seule pièce, et que leur pétiole n'offre aucune division sensible; *composées*, lorsqu'elles résultent d'un assemblage de petites feuilles (*folioles*), isolées et distinctes les unes des autres, fixées sur les parties latérales ou au sommet du pétiole commun, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une subdivision du pétiole. En outre, il existe entre la feuille simple et la feuille composée, une série de modifications qui établissent une sorte de passage insensible de l'une à l'autre.

45. Selon le temps que les feuilles restent attachées à la tige, elles sont *caduques* (42); *décidues*, lorsqu'elles tombent avant l'apparition des nouvelles; *marcescentes*, quand elles sèchent sur la plante avant de tomber; ou enfin *persistantes*, quand elles restent sur le végétal pendant plus d'un an.

46. Les *feuilles simples* reçoivent, en outre, différentes épithètes caractéristiques, suivant la partie du végétal sur laquelle elles naissent; suivant la manière dont elles sont disposées sur la tige ou sur les rameaux; suivant leur direction, leur figure, les diverses échancrures que peut présenter leur limbe, et qui peuvent être plus ou moins profondes, jus-

qu'au point de les faire ressembler à des feuilles composées; suivant la manière dont se termine leur sommet, les angles et les modifications qu'elles offrent dans leur contour; suivant leur expansion, qui varie de telle sorte qu'elles sont planes, convexes, concaves, etc.; suivant l'aspect de leur superficie; suivant qu'elles sont, ou non, garnies de poils; suivant leur consistance et leur tissu, leur coloration, la forme et les divisions du pétiole.

47. Les *feuilles composées* sont dites simplement telles, quand le pétiole commun ne se divise pas; *décomposées*, lorsqu'il se ramifie; et *sur-décomposées*, lorsqu'il se subdivise encore. Les premières sont *digitées*, quand toutes les folioles partent du sommet même du pétiole commun; et *pennées*, lorsque les folioles naissent sur les parties latérales du pétiole. Le nombre des folioles des *feuilles digitées*, est très variable, et elles reçoivent des noms qui expriment les diverses combinaisons de ces nombres. Les folioles des *feuilles pennées* peuvent être disposées de manières diverses, et ces différentes dispositions s'expriment aussi par des épithètes caractéristiques.

48. Structure des Feuilles. Elles sont formées de trois parties principales : le faisceau vasculaire, provenant de la tige, et qui comprend le pétiole et ses divisions ou nervures; le parenchyme, prolongement de l'enveloppe herbacée de l'écorce; et enfin l'épiderme. Le faisceau vasculaire est entièrement composé de vaisseaux (trachées, fausses trachées et vaisseaux poreux) qui s'épanouissent, se ramifient à l'infini, et forment un réseau dont les mailles contiennent le tissu parenchymateux. L'épiderme est, en général, mince et très poreux, sur-tout à la face inférieure, et recouvre l'ensemble de la feuille.

49. Les feuilles sont susceptibles de certains mouvements qui paraissent dépendre de leur irritabilité : ce sont sur-tout les feuilles composées qui présentent ces phénomènes. Ainsi, les folioles d'un grand nombre de légumineuses ont une position différente le jour et la nuit; les unes, telles que le *sainfoin vacillant*, exécutent ces évolutions spontanément; les autres, telles que la *mimeuse pudique* et la *dionée attrape-mouche*, seulement quand elles sont touchées. Quant aux premières, la lumière paraît être la cause principale de leurs mouvements. D'ailleurs, on n'est pas d'accord sur la manière dont ils s'exécutent. M. Dutrochet pense qu'ils sont dus à l'action de corpuscules nerveux, placés dans des bourrelets qui existent aux parties inférieure et supérieure du point d'articulation des feuilles ou des folioles.

50. Stipules. Ce sont de petits appendices membraneux et foliacés, qu'on rencontre au point d'origine des feuilles sur la tige, et qui n'existent que dans les végétaux dicotylédonés. Leur nature, leur consistance, leur figure et leur durée sont extrêmement sujettes à varier : elles paraissent destinées à protéger les feuilles avant leur développement.

51. Vrilles, autrement dites *cirrhes* ou *mains*. Ce sont des appendices ordinairement filamenteux, simples ou rameux, qui se roulent en spirales autour des corps voisins, et servent à soutenir la plante. Elles proviennent toujours d'organes avortés, tels que des pédoncules floraux, des pétioles, des stipules, et même des rameaux.

52. Épines et Aiguillons. Les premières sont des excroissances dures et pointues, formées par le prolongement du tissu interne du végétal, et qui proviennent, la plupart du temps, d'organes avor-

tés; les seconds en diffèrent en ce qu'ils naissent toujours de l'épiderme, dont on peut les détacher avec la plus grande facilité : quelques physiologistes les regardent comme des poils endurcis.

DE LA NUTRITION.

53. La nutrition est une fonction par laquelle les végétaux s'assimilent une partie des substances solides, liquides ou gazeuses qu'elles puisent dans la terre ou dans l'atmosphère; cette fonction résulte de l'accomplissement de trois actes secondaires, qui sont l'absorption, la circulation des sucs nourriciers, et l'expulsion du superflu par transpiration, expiration et excrétion.

54. 1° Absorption ou Succion. C'est l'acte par lequel les plantes aspirent les matériaux nécessaires à leur existence. Dans la terre, cette fonction s'exerce par les radicelles, et dans l'atmosphère, par toutes les parties vertes, telles que les feuilles, les jeunes branches, etc. La force de succion des racines est sur-tout très intense; les parties vertes servent particulièrement à absorber les gaz et les vapeurs aqueuses, par leur face inférieure, qui est abondamment munie de pores, de poils ou de glandes, tandis que leur face supérieure, ordinairement lisse, sert exclusivement à la transpiration. L'absorption a pour cause unique la propriété hygrométrique du tissu végétal qui tend incessamment à se mettre en équilibre d'humidité avec le milieu dans lequel il est plongé, et par les lois de laquelle les pores radicaux et corticaux serviront successivement à l'absorption et à l'exhalation, suivant la sécheresse ou l'humidité de ce milieu. Quoiqu'il soit certain que les végétaux ne sauraient vivre sans eau, il est prouvé qu'ils ne croissent dans

l'eau pure que pendant un temps limité, et que jamais leurs graines n'y viennent à maturité: c'est que l'eau, non-seulement fournit aux plantes les deux principes qui la composent, mais qu'elle sert encore de véhicule à plusieurs autres substances qu'elle tient en dissolution. Le carbone qui, n'étant point soluble dans l'eau, ne saurait être absorbé à l'état de pureté, est assez commun à l'état d'acide carbonique; c'est dans cet état que les plantes le puisent dans l'eau et dans l'air où elles le décomposent, lorsqu'elles sont exposées à la lumière, en rejetant en grande partie l'oxygène. L'azote provient probablement de même de la décomposition de l'air atmosphérique dans l'intérieur des plantes; mais elles peuvent en tirer aussi du terreau et des engrais, dont la partie soluble, très riche en acide carbonique, leur en fournit encore. Quant à l'oxygène qui se trouve dans le tissu végétal, on voit qu'il est dû, soit à la quantité qui s'en trouve dans l'eau, soit à la partie résultant de la décomposition de l'acide carbonique, soit à la pénétration de l'air atmosphérique dans le tissu. Outre ces différents principes, ainsi fournis aux plantes, elles en tirent d'autres, qui leur sont non moins indispensables, du sol qui se compose, non-seulement de terre pure et d'eau, mais encore de divers débris organiques. Quant aux sels qu'on trouve aussi dans les plantes, et qui leur sont nécessaires comme stimulants de la végétation, il paraît prouvé qu'elles ne les forment pas de toutes pièces, mais que toutes les substances salines, terreuses ou métalliques, que l'analyse démontre exister dans les végétaux, y sont charriées par l'eau, soit qu'elles y soient dissoutes, soit qu'elles y existent dans un état de ténuité extrême.

55. 2° MARCHE DES SUCS NOURRICIERS. On

nomme *sève* ou *lymphe*, le liquide particulier destiné à charrier les substances nutritives absorbées, comme nous venons de le dire, et à les porter dans les diverses parties, où, par des modifications nouvelles, elles seront rendues propres à l'assimilation. Ce liquide, transparent et incolore, peut être considéré comme de l'eau tenant en dissolution les diverses substances absorbées. Les anciens pensaient que la sève s'élevait par la moelle ou par l'écorce; mais les expériences de Duhamel et celles de plusieurs autres botanistes, ont prouvé que son ascension a lieu par les vaisseaux du corps ligneux, et sur-tout par ceux qui sont les plus voisins de l'étui médullaire. En outre, elle se répand du centre à la circonférence, soit par les anastomoses des vaisseaux qui la contiennent, soit par les fentes dont ils sont criblés.

56. La formation de la sève a lieu à deux époques distinctes de l'année; la première au commencement du printemps; la seconde vers le mois d'août.

57. Lorsque, par le mouvement de bas en haut que la sève éprouve d'ailleurs à toutes les époques de la vie du végétal, et qu'on n'a pas encore pu expliquer d'une manière complétement satisfaisante, cette sève, après avoir parcouru tous les organes, parvient dans les parties herbacées; elle se trouve mise en communication avec l'atmosphère, se décompose, perd l'air qu'elle contenait, la plus grande partie de son eau et les autres substances inutiles à la nutrition ultérieure, et, réduite à des sucs propres, redescend des feuilles vers la racine par une route inverse de celle qu'elle avait d'abord suivie. On la nomme alors *suc particulier, vraie sève, sève descendante*, ou mieux encore *suc nourricier*. Grew et Duhamel la nomment *cambium*.

Ce suc, qui est aux plantes ce que le sang est aux animaux, se présente ordinairement sous la forme d'un fluide transparent, à peu près incolore et inodore, et analogue à la gomme sous beaucoup de rapports, et particulièrement sous celui de la saveur. Du reste, sa nature n'est pas la même dans toutes les familles : chez quelques unes, il est blanc et laiteux; chez d'autres, brunâtre ou jaunâtre; chez d'autres, enfin, balsamique et résineux. Quant à sa marche, il descend, dans les dicotylédons, le long de l'écorce et de l'aubier, dans l'endroit où se forment les nouvelles couches; dans les monocotylédons, sa marche n'est pas très bien connue : on a lieu de croire cependant qu'il passe dans l'intérieur de la tige, là où se produit le développement des filets ligneux.

58. 3° Déperdition. Elle a lieu, comme nous l'avons dit, de trois manières :

A. Par *transpiration* ou *émanation aqueuse;* c'est ainsi que s'exhale la partie surabondante de l'eau de la sève, en général sous forme de vapeurs, et quelquefois, lorsqu'elle est très rapide et que la température de l'atmosphère est peu élevée, sous forme de gouttelettes. Cette transpiration, dont les feuilles sont les principaux organes, est favorisée par un temps sec et chaud, est bien moindre pendant les nuits fraîches et humides, et n'a presque plus lieu quand il gèle ou qu'il pleut. Elle a lieu de même, mais cependant avec moins d'abondance, lorsque les plantes sont plongées dans l'eau. Sennebier a trouvé que la quantité d'eau exhalée est, à celle absorbée par le végétal, comme deux est à trois.

B. Par *expiration* ou *émanation gazeuse*. Cette fonction, sur les résultats de laquelle la lumière et la coloration des parties qui en sont le siége exer-

cent une grande influence, s'opère principalement par les feuilles. Ainsi, les parties vertes, soumises à l'action de la lumière, dégagent beaucoup d'oxygène; mais dans l'obscurité ne dégagent que de l'azote et de l'acide carbonique. Toutes les parties des végétaux qui n'offrent pas la couleur verte, n'expirent que de l'acide carbonique et jamais d'oxygène, même étant exposées à la lumière. Il y a des plantes qui, pendant toute leur vie, rejettent l'azote; c'est aussi de l'azote pur qu'expirent presque toutes les plantes vieilles ou malades. On rapporte à cette espèce de déperdition certaines expirations qui jouissent de propriétés remarquables et particulièrement les odeurs qui émanent de diverses parties des végétaux.

C. Par *excrétion*. On nomme ainsi la fonction par laquelle les végétaux rejettent au dehors certains liquides plus ou moins épais, plus ou moins visqueux, par l'intermédiaire des glandes, des nectaires, des feuilles, etc. La nature de ces déjections est très variée. On y comprend les résines, les gommes, différentes liqueurs sucrées, la cire, etc.

Ces différentes espèces de déperditions peuvent aussi s'opérer par les racines, mais à un degré beaucoup moindre, soit parce qu'elles offrent comparativement moins de surface que les feuilles, soit à cause de l'humidité du milieu dans lequel elles sont plongées.

ORGANES DE LA REPRODUCTION.

59. Ces organes, qu'on désigne encore sous le nom d'*organes de la fructification*, sont ceux qui servent à la conservation de l'espèce et à la propagation des races; ce sont les *fleurs*, les *fruits* et les différentes parties dont ils sont formés. On les

distingue en *organes de la floraison*, et en *organes de la fructification*.

60. Organes de la floraison.—La fleur est essentiellement constituée par la présence de l'un, au moins des deux organes sexuels, avec ou sans enveloppes extérieures destinées à les protéger. Les fleurs ne se composent donc pas, dans toutes les plantes, des mêmes parties; en effet, outre que les enveloppes florales peuvent ne pas exister, ou exister en nombre variable, certaines fleurs sont formées d'un seul organe sexuel; dans d'autres, les deux sont réunis : les premières sont des fleurs *incomplètes*, les secondes des fleurs *complètes*. Les fleurs unisexuées sont *mâles* ou *femelles*; celles qui réunissent les deux espèces d'organes, sont dites *hermaphrodites*.

61. Si l'on examine une *fleur complète*, en allant du centre à la circonférence, on trouve : 1° l'organe femelle ou *pistil*, qui se compose de l'*ovaire*, du *style* et du *stigmate*; 2° l'organe mâle ou *étamine*, qui comprend le *filet*, l'*anthère* et le *pollen*; 3° une première enveloppe florale, la *corolle*, formée d'une ou de plusieurs pièces; 4° une seconde enveloppe, le *calice*, également formé d'une ou de plusieurs parties; ces enveloppes reçoivent aussi en commun le nom de *périanthe*. Certaines fleurs présentent, en outre, des organes accessoires, tels que les *bractées*, les *nectaires*, etc.

62. La fleur peut être fixée de diverses manières à la branche ou au rameau qui la supporte : tantôt elle y est attachée immédiatement par sa base; on la dit alors *sessile* : on la nomme *pédonculée*, au contraire, quand elle y est fixée, au moyen d'un prolongement particulier, nommé *pédoncule*, lequel, comme le pétiole de la feuille, peut être simple ou ramifié. Chacune des divisions de ce dernier por-

tant une seule fleur, s'appelle *pédicelle*, et la fleur est dite *pédicellée.* Le pédoncule prend divers noms, suivant la manière dont il part de la tige et le lieu d'où il naît; ainsi il est *radical*, quand il part de l'aisselle d'une feuille radicale; *caulinaire*, *ramaire*, *épiphylle*, *axillaire*, *extraxillaire* ou *terminal*, suivant qu'il naît de la tige, des rameaux, de la surface même des feuilles, sur la tige ou les rameaux, dans l'aisselle des feuilles, sur les parties latérales du point d'insertion de la feuille, ou au sommet de la tige; *pétiolaire*, quand il fait corps, dans une partie de sa longueur, avec le pétiole; enfin on lui donne le nom spécial de *hampe*, quand il sort immédiatement d'un assemblage de feuilles radicales. Il reçoit aussi des épithètes qui expriment le nombre de fleurs qu'il supporte.

63. Souvent de petites feuilles, différentes des autres par leur couleur, leur consistance, etc., se trouvent réunies autour d'une ou de plusieurs fleurs; ce sont les *bractées*, qui, par des arrangements divers, et en se soudant souvent entre elles, forment des organes accessoires de la fleur; suivant leur disposition, on les nomme : 1° *involucre*, lorsqu'elles sont disposées symétriquement; 2° *calicule*, lorsque, ne contenant qu'une seule fleur, et adhérant à la base du calice, elles semblent en former un second; 3° *cupule*, quand elles sont persistantes, et qu'elles entourent la base du fruit, ou l'enveloppent entièrement; 4° *spathe*, lorsqu'elles sont étendues en forme de membrane, renfermant une ou plusieurs fleurs, qui ne se montrent qu'après le déroulement ou le déchirement de cette espèce de sac. Dans la famille des graminées et celle des cypéracées, qui n'ont, à proprement parler, ni corolle, ni calice, les enveloppes florales ne sont que de véritables bractées, auxquelles on a donné des noms particu-

liers ; ainsi on appelle *glumes*, les deux écailles, de formes fort variées, qui sont les plus voisines des organes sexuels ; et *lépicènes*, toutes les autres paillettes, en nombre très variable, qui sont en dehors de la glume ; souvent, en dehors des organes sexuels, on trouve un ou deux petits corps de figures diverses, qu'on nomme *paléoles*, et leur ensemble constitue la *glumelle*.

64. INFLORESCENCE. On nomme ainsi la disposition que les fleurs affectent sur la tige et les autres parties qui les supportent. Les fleurs sont *solitaires*, *terminales*, *latérales*, *axillaires*, *géminées*, *ternées* ou *fasciculées*, suivant qu'elles naissent seule à seule sur la tige, à son sommet, à ses parties latérales, etc. Diverses espèces d'*inflorescence* ont reçu des noms particuliers ; ainsi on appelle une réunion de fleurs : 1° *épi*, quand leur axe est commun, non ramifié ; 2° *grappe*, si le pédoncule est commun, et divisé plusieurs fois et d'une manière irrégulière ; 3° *thyrse*, quand l'ensemble a une forme pyramidale ; 4° *panicule*, quand l'axe commun est ramifié, et ses divisions secondaires très alongées et écartées les unes des autres ; 5° *corymbe*, lorsque les pédoncules et les pédicelles, sans partir du même point, arrivent cependant à la même hauteur ; 6° *cyme*, quand les pédoncules partant d'un même point, et les pédicelles sortant de points différents et étant inégaux, toutes les fleurs se trouvent à peu près élevées à la même hauteur ; 7° *ombelle*, lorsque tous les pédoncules, égaux entre eux, et partant d'un même point de la tige, se ramifient en pédicelles qui naissent tous également à la même hauteur, en sorte que l'ensemble représente une sorte de parasol étendu (chaque groupe de pédicelles constitue une *ombellule*) ; 8° *sartule*, si les pédicules sont simples, partant tous du même point, et

arrivent tous à la même hauteur; 9° *verticille*, quand les fleurs sont disposées en anneau autour d'un même point de la tige; 10° *spadice*, lorsque le pédoncule commun est couvert de fleurs unisexuées, nues, ordinairement distinctes et séparées les unes des autres; 11° *chaton*, lorsque des fleurs unisexuées sont insérées sur des écailles qui leur servent de pédoncules; 12° enfin *capitule*, quand un grand nombre de petites fleurs, sessiles ou presque sessiles, souvent entremêlées de soies, sont réunies sur un réceptacle commun, formé par le sommet renflé du pédoncule, et que l'on nomme *phorante*.

65. Préfloraison ou Estivation. On nomme ainsi la disposition particulière qu'affectent les diverses parties de la fleur avant leur épanouissement; elle est, pour les fleurs, ce que la préfoliation est pour les feuilles. Cette disposition mérite d'être examinée avec d'autant plus d'attention, qu'elle est en général la même dans toutes les plantes d'une même famille.

La *préfloraison* est dite : *valvaire*, quand les divisions de la corolle ou du calice sont réunies par leurs bords comme les valves d'une capsule; *imbriquée*, lorsqu'elles se recouvrent latéralement et dans une portion seulement de leur largeur; *plicative*, lorsqu'elles sont pliées sur elles-mêmes, à la maniere d'un filtre de papier; *chiffonnée*, quand elles sont pliées en tous sens, sans régularité; *torsive*, quand elles sont roulées en spirale, etc.

66. Enveloppes florales. Elles n'existent pas dans toutes les plantes. Linnée donne à leur ensemble le nom de *périanthe*. Il peut être simple ou double; dans le premier cas, on le nomme calice; dans le second, l'enveloppe la plus extérieure est le calice, la plus intérieure est la corolle.

67. 1° CALICE. Cet organe, qui fait suite à l'écorce du pédoncule, peut être composé d'une ou plusieurs pièces, que l'on nomme *sépales ;* ainsi il est *monosépale* ou *polysépale.* Le *calice monosépale* offre trois parties : le *tube*, ou partie inférieure, ordinairement alongée et rétrécie; le *limbe*, ou partie supérieure plus ou moins étalée ; et la *gorge*, ou ligne de démarcation entre les deux parties précédentes. Le limbe peut être plus ou moins profondément divisé; on dit qu'il est *denté,* quand il offre des dentelures aiguës; *fendu*, lorsque les incisions atteignent environ la moitié de la hauteur du calice; quand enfin les divisions sont très profondes et parviennent jusqu'à la base, on les considère comme autant de *parties* du calice, et on dit, suivant leur nombre, qu'il est *biparti, triparti,* etc. Le calice monosépale peut encore être *régulier* ou *irrégulier*, *libre* ou *adhérent,* Quant à sa forme, elle varie extrêmement, ce qui lui fait aussi donner un grand nombre d'épithètes.

Le *calice polysépale* peut, comme le précédent, prendre différents noms suivant le nombre de sépales qu'il présente et suivant la forme, la figure et l'arrangement de ces sépales entre eux.

68. 2° COROLLE. Elle entoure immédiatement les organes de la reproduction, et, quoique son tissu soit mou et délicat, elle n'est que le prolongement de la partie ligneuse de la tige. Souvent ornée des plus riches couleurs, c'est elle qui, pour le vulgaire, constitue seulement la fleur. Comme le calice, elle peut être composée d'une seule pièce (*corolle monopétale*), ou de plusieurs pièces (*corolle polypétale*); chacune des pièces ou *pétales,* dont la forme varie presque à l'infini, est formée de : l'*onglet,* partie inférieure, rétrécie, plus ou moins alongée, par laquelle elle est fixée; et la *lame*, partie élar-

gie, étalée, qui surmonte l'onglet. La corolle peut être *régulière* ou *irrégulière*, *fugace*, *décidue* ou *marcescente*, etc.

La *corolle monopétale* se compose de trois parties : 1° le *tube*, partie inférieure, cylindrique; 2° le *limbe*, partie évasée; et 3° la *gorge*, ligne circulaire qui sépare le tube du limbe.

La *corolle monopétale régulière* offre des formes très variées; ainsi elle est dite : 1° *tubulée*, quand son tube est très alongé; 2° *campanulée*, lorsqu'elle ressemble à une clochette; 3° *infundibuliforme*, quand elle figure un entonnoir; 4° *hypocratériforme*, quand le tube est long et étroit, et que le limbe est étalé à plat; 5° *rotacée*, quand le tube est très court et le limbe en forme de roue; 6° *urcéolée*, si elle est renflée à sa partie moyenne et rétrécie à ses extrémités; 7° *étoilée*, lorsqu'elle est petite, à tube court et à divisions aiguës et alongées; 8° enfin, *scutellée*, quand elle a la forme d'une écuelle.

La *corolle monopétale irrégulière* est appelée : 1° *labiée*, quand le tube est plus ou moins alongé, un peu recourbé, que la gorge est ouverte, et que le limbe présente deux divisions, l'une supérieure et l'autre inférieure, qu'on a comparées à deux lèvres écartées; 2° *personnée*, lorsque la lèvre inférieure présente un renflement qui ferme la gorge, et représente à peu près le muffle d'un animal; 3° *anomale*, si sa forme s'éloigne des différents types que nous venons de signaler.

La *corolle polypétale* est aussi, ou *régulière*, ou *irrégulière*. La première est : 1° *cruciforme*, 2° *rosacée*, et 3° *caryophyllée*; cette dernière épithète s'applique à une corolle dont les onglets sont très alongés et cachés par le calice. La seconde est *papillonacée*, lorsqu'elle est composée de cinq

pétales irréguliers, l'un supérieur, ordinairement redressé, l'*étendard*, deux inférieurs, presque toujours soudés ensemble, la *carène*, et deux latéraux, les *ailes*.

69. ORGANES SEXUELS. Les organes sexuels dans les végétaux, consistent dans l'*étamine* (61), organe mâle, et dans le *pistil* (61), organe femelle, lesquels se trouvent souvent réunis sur la même fleur.

70. 1° ÉTAMINE. Elle se compose ordinairement de trois parties distinctes, l'*anthère*, le *pollen* et le *filet*; cependant ce dernier manque fréquemment.

a. L'*anthère* est une capsule membraneuse, le plus souvent formée de deux petites poches ou loges, adossées l'une à l'autre par leurs côtés, ou réunies par un corps intermédiaire nommé *connectif*, et qui est quelquefois tellement grand qu'on ne le reconnaît que par analogie: chacune de ces loges est elle-même partagée intérieurement par une cloison longitudinale; quelquefois cependant l'anthère n'a qu'une seule loge; rarement on en compte quatre. Ces loges s'ouvrent de différentes manières, quelquefois par des pores ou fentes situés dans divers points, d'autres fois par de petites valvules qui se soulèvent de bas en haut. On nomme *face* de l'anthère la partie sur laquelle on voit des sillons par lesquels les loges s'ouvrent le plus ordinairement; la partie opposée s'appelle *le dos*. Communément l'anthère est fixée au sommet du filet, soit par sa base, soit par la partie moyenne de son dos, soit par son propre sommet. Les anthères sont dites *introrses*, lorsque leur face est tournée vers le centre de la fleur, et *extrorses*, quand elle regarde la circonférence. La forme de cet organe offre un grand nombre de modifications, qui lui ont fait donner des noms différents et appropriés. Les anthè-

res peuvent être soudées entre elles, de manière à former une sorte de tube : les plantes, qui présentent cette disposition, sont dites *synanthérées*; Linnée leur avait donné le nom de *syngénèses*.

71. *b.* Le *pollen* est la substance qui sert à la fécondation, et qui est contenue dans les loges de l'anthère. Il se présente ordinairement sous la forme d'une poussière composée de très petits grains; plus rarement il est en masse solide plus ou moins considérable. Les grains du pollen sont des utricules de formes variées, et qui renferment une multitude de granules de la plus extrême ténuité : ou ils ne sont recouverts d'aucun enduit visqueux, et alors ils sont parfaitement lisses à leur superficie; ou un enduit visqueux les recouvre, et alors ils sont marqués d'éminences et d'aspérités; c'est pourquoi on distingue les *pollens* en *visqueux* et en *non visqueux*. Chaque grain de pollen se compose de deux membranes, l'une externe plus épaisse et munie de pores, l'autre interne mince, transparente et sans adhérence avec la précédente. Projeté sur des charbons ardents, le pollen brûle avec rapidité; dans beaucoup de plantes, il répand une odeur très analogue à celle du sperme des animaux.

72. *c.* Le *filet* est la partie de l'étamine qui sert à supporter l'anthère. Cet organe est ordinairement étroit, et alongé, mais cependant sa forme est susceptible de grandes modifications, desquelles il tire des épithètes différentes. Les filets peuvent être libres, ou réunis entre eux en une ou plusieurs masses, que l'on nomme *androphores*; quand les filets forment ainsi un, deux ou plusieurs androphores, les étamines sont dites *monadelphes*, *diadelphes* ou *polyadelphes*. La nature et la structure organique du filet paraissent être analogues à celles de la corolle. Plusieurs botanistes pensent même que le

divisions ou les segments de cette dernière ne sont que des étamines avortées, dont les filets ont pris un développement extraordinaire : cette opinion s'appuie sur ce qui se remarque dans certaines fleurs, qui deviennent doubles ou pleines par la transformation des étamines en pétales.

73. 2° Pistil. Cet organe, ordinairement situé au centre de la fleur, est simple ou multiple dans la même fleur. Il est souvent attaché à un prolongement particulier du réceptacle, qui se nomme alors *gynophore*; ou porté sur un rétrécissement de la base de l'ovaire, lequel rétrécissement prend le nom de *podogyne*. Le pistil se compose de trois parties :

74. *a.* L'*ovaire*, qui en forme toujours la portion inférieure, et dont le caractère particulier est d'être divisé en une ou plusieurs cavités nommées *loges*, dans lesquelles sont contenus les rudiments des graines ou les *ovules*. Sa forme la plus habituelle est ovoïde; sa position, par rapport aux autres organes floraux, fournit des caractères qui servent à la coordination des genres dans la méthode naturelle : le plus souvent sa base correspond au point du réceptacle où s'insèrent les étamines et les enveloppes florales, sans qu'il contracte aucune adhérence avec celles-ci; on l'appelle alors *libre* ou *supère*; d'autres fois au contraire, on ne le rencontre pas dans le fond de la fleur; mais faisant corps par tous les points de sa périphérie avec le tube du calice, il semble placé entièrement au-dessous du point d'insertion des autres parties, et son sommet seul se trouve libre : on le nomme alors *adhérent* ou *infère*. Toutes les fois qu'il est tel, le calice est nécessairement monosépale; et cette position exclut absolument la multiplicité des pistils dans la même fleur. Lorsque plusieurs pistils, réunis

dans une fleur, sont attachés à la paroi interne du calice très resserré à sa partie supérieure, de manière qu'au premier coup d'œil l'ovaire représente un ovaire infère, M. Richard désigne cette espèce sous le nom d'*ovaires pariétaux*. L'ovaire est dit *sessile*, quand il n'est élevé par aucun support particulier; *stipité*, quand il est porté par un podogyne très alongé; enfin, il reçoit plusieurs autres épithètes selon le nombre de ses loges et des ovules qui y sont contenus. Comme en passant à l'état de fruit, il subit plusieurs modifications essentielles, ce n'est souvent qu'en examinant la structure intime de l'ovaire, qu'on peut découvrir les rapports qui existent entre des végétaux qui paraissent différents, lorsque leurs fruits ont acquis un entier développement.

75. *b.* Le *style* est un petit prolongement filiforme du sommet de l'ovaire, qui sert de support au stigmate. Quelquefois il n'existe pas, et dans ce cas le stigmate est dit *sessile*. Presque toujours il occupe la partie la plus élevée de l'ovaire, et se nomme alors *style terminal*; on l'appele *latéral* ou *basilaire*, selon qu'il naît dès parties latérales ou de la base; plus rarement il semble partir du réceptacle. Cet organe varie beaucoup, tant sous le rapport du nombre que sous celui de ses formes, de ses divisions plus ou moins profondes, et de sa persistance.

76. *c.* Le *stigmate* forme ordinairement le sommet du pistil, et est la partie destinée à recevoir la matière fécondante de l'organe mâle. Il paraît être de nature glandulaire, et sa surface est en général inégale et plus ou moins visqueuse. Le nombre des stigmates est ordinairement égal à celui des styles ou des divisions de ce dernier. Lui-même peut être simple ou divisé en un nombre plus ou

moins grand de parties. Il présente aussi des caractères très variés, soit dans son insertion, soit dans sa forme, la substance dont il est composé, sa direction, et enfin sa superficie.

77. ORGANES ACCESSOIRES. Parmi les organes dont la présence n'est pas nécessaire à l'existence de la fleur, et qui par conséquent manquent très souvent, il en est qui cependant méritent d'être étudiés. Nous citerons principalement :

78. 1° Les *nectaires*, qui sont des amas de glandes situées dans la fleur, et destinées à sécréter un liquide mielleux et souvent sucré; c'est du moins ainsi que l'entendent aujourd'hui les auteurs les plus judicieux, quoique d'autres aient appliqué ce nom, d'une manière beaucoup plus vague, à diverses parties.

79. 2° Le *disque*, protubérance plus ou moins charnue, placée soit sous l'ovaire, soit sur cet organe, soit sur la paroi interne du calice (ce qui l'a fait distinguer en *hypogyne, périgyne* et *épigyne*); cette protubérance à laquelle les pétales et les étamines sont insérés et qui paraît dépendre du système de ces dernières, en détermine toujours l'insertion.

On distingue *l'insertion des étamines* en *absolue* et en *relative*. On entend par la première la position des étamines, abstraction faite du pistil, et par la seconde, la position des étamines ou de la corolle monopétale staminifère, relativement à ce pistil. L'insertion qui, comme nous venons de le dire, est en général déterminée par la position du disque, est dite *hypogynique*, *périgynique* et *épigynique*, selon que les étamines sont insérées sous l'ovaire, autour de l'ovaire ou sur l'ovaire. Ces circonstances sont d'une haute importance pour la classification d'après la méthode naturelle.

DE LA FÉCONDATION.

80. Ce phénomène, l'un des plus intéressants de la vie végétale, n'a lieu qu'autant que le pistil a reçu l'influence du pollen. Au moment prescrit par la nature, les loges des anthères s'ouvrent et laissent échapper cette poussière fécondante qui vient se fixer sur le stigmate ordinairement humide; cette poussière, comme nous l'avons déjà dit, est composée de grains qui se gonflent, s'ouvrent et répandent une liqueur séminale qui, absorbée par les pores du stigmate, et transmise par des vaisseaux conducteurs jusqu'aux ovules, leur communique les principes de la reproduction. M. Adolphe Brongniart a fait sur la génération des végétaux des observations curieuses qui ne s'accordent pas toujours avec cette théorie. Il a trouvé, par exemple, que les granules spermatiques pénétraient à travers les espaces inter-cellulaires, sans avoir aucun vaisseau particulier pour les transporter.

Les fleurs hermaphrodites sont évidemment dans les circonstances les plus favorables à la fécondation; de plus, les organes sexuels d'un grand nombre de plantes exécutent des mouvements très sensibles pour favoriser l'émission du pollen et le mettre en contact avec le stigmate. Dans les plantes unisexuelles, pour lesquelles le rapprochement des organes reproducteurs ne saurait avoir lieu, les vents et l'air peuvent servir de véhicule au pollen échappé des fleurs mâles, et le transporter sur les fleurs femelles. Souvent aussi cette transmission peut être opérée par les papillons et les insectes qui volent de fleurs en fleurs. Beaucoup de plantes aquatiques élèvent peu à peu à la surface de l'eau leurs fleurs qui redescendent dès qu'elles sont fécondées. Dans plusieurs autres cas, cependant la

fécondation ne laisse pas que de s'opérer, quoique diverses circonstances, telles qu'une entière submersion, la nature de la surface du stigmate, la composition même du pollen, etc., semblent s'opposer absolument à l'accomplissement des phénomènes tel que nous venons de l'indiquer. C'est pour expliquer, en partie du moins, ces cas exceptionnels, que plusieurs auteurs ont admis que la fécondation pouvait quelquefois s'opérer sans contact immédiat du pollen avec le stigmate, et seulement au moyen d'une émanation particulière à laquelle ils ont donné le nom d'*aura pollinaris*.

Après que la fécondation est accomplie, la fleur ne tarde pas à perdre son éclat; la corolle se fane, les pétales se dessèchent et tombent ainsi que les étamines, le stigmate et le style; l'ovaire seul persiste, prend de l'accroissement, et c'est par son développement que se forme le fruit. Assez souvent le calice l'accompagne jusqu'à son entière maturité, sur-tout quand il est monosépale : cette persistance du calice a lieu nécessairement quand l'ovaire est infère ou pariétal.

DU FRUIT ET DES ORGANES DE LA FRUCTIFICATION.

81. Le Fruit n'est que l'ovaire fécondé et parvenu à son plus grand degré d'accroissement. Il se compose de deux parties essentielles : le *péricarpe* et la *graine*.

82. *Péricarpe*. C'est la partie qui contient les graines : elle est formée par les parois mêmes de l'ovaire fécondé et elle existe constamment; mais quelquefois elle est si mince, ou tellement unie avec la graine, qu'il est difficile de l'en distinguer dans le fruit mûr. On remarque ordinairement,

sur un des points de sa périphérie, une cicatrice ou des vestiges du style ou du stigmate; ces points d'insertion déterminent le *sommet organique* du fruit. On nomme ce dernier *monocéphale* ou *polycéphale* suivant qu'il a un ou plusieurs sommets organiques. On appelle *base* la partie par laquelle le péricarpe est fixé au réceptacle ou au pédoncule, et on lui donne pour *axe* une ligne tantôt idéale, tantôt réelle, partant de la base et se prolongeant jusqu'au sommet; lorsque cet axe existe matériellement, il porte le nom de *columelle*.

Le péricarpe est toujours composé de trois parties : 1° l'*épicarpe*, membrane mince, le recouvrant extérieurement comme une sorte d'épiderme, et formée, lorsque l'ovaire est infère, par le tube même du calice dont le parenchyme se confond avec celui du sarcocarpe; 2° l'*endocarpe*, membrane intérieure, qui revêt sa cavité séminifère, presque toujours mince, mais quelquefois épaissie extérieurement par une portion plus ou moins grande du sarcocarpe; quand celle-ci devient dure et osseuse, elle prend le nom de *noix* ou de *noyau*, si elle ne renferme qu'une seule graine, et de *nucules* lorsqu'il y en a plusieurs; 3° le *sarcocarpe* ou *mésocarpe*, partie charnue, souvent très développée, qui se trouve entre ces deux membranes.

La cavité intérieure du péricarpe est quelquefois *simple*, c'est-à-dire à une seule loge; d'autres fois elle est partagée en un nombre plus ou moins grand de compartiments ou *loges*, séparés les uns des autres par autant de lames verticales nommées *cloisons*. On distingue deux sortes de cloisons : celles qu'on appelle *vraies*, sont formées par deux prolongements de l'endocarpe, réunis ensemble par une portion ordinairement fort mince du sarcocarpe, et elles alternent presque toujours avec les stigmates

ou leurs divisions ; les *fausses* cloisons se distinguent des précédentes par une origine différente, c'est-à-dire parce qu'elles sont formées par toute autre partie que par l'endocarpe, et parce que, la plupart du temps, au lieu d'être alternes avec les stigmates ou leurs divisions, elles leur correspondent. Les cloisons se distinguent encore en *complètes* et en *incomplètes*, selon qu'elles s'étendent intérieurement depuis le haut de la cavité du péricarpe jusqu'à sa base sans interruption, ou qu'elles présentent des solutions de continuité, de telle sorte que deux loges voisines communiquent entre elles. Enfin, le plus souvent les cloisons sont *longitudinales*; dans quelques genres, cependant, elles sont *transversales*.

Toute graine, devant recevoir sa nourriture du péricarpe, communique nécessairement avec celui-ci par l'un des points de sa surface; ce point, nommé *hile* ou *ombilic*, doit être considéré comme la limite précise entre la graine et le péricarpe.

Les graines, renfermées en plus ou moins grand nombre dans l'intérieur du péricarpe, y sont attachées au moyen d'un corps charnu particulier, de forme et de grandeur variable, que les anciens botanistes nommaient *placenta*, et que l'on appelle aujourd'hui *trophosperme*. Ce corps est destiné à transmettre aux graines les sucs nourriciers que fournit le sarcocarpe à l'aide de vaisseaux qui traversent l'endocarpe toujours percé dans le point intérieur du péricarpe où est attaché le trophosperme. Quelquefois celui-ci ne porte qu'une seule graine, d'autres fois il en soutient un grand nombre; souvent il offre à sa surface des prolongements dont chacun porte une graine; ceux-ci ont reçu le nom de *podospermes*. Ordinairement le trophosperme ou le podosperme se termine à la partie de

la graine nommée *hile*; mais quand, se prolongeant au-delà, ils recouvrent la graine en totalité ou en partie, ils prennent le nom d'*arille* ; ce prolongement n'appartient pas à la graine, comme quelques botanistes l'ont prétendu, mais bien au péricarpe ; il est extrêmement variable, tant dans sa couleur que dans sa forme et sa consistance ; mais il est facile à reconnaître puisqu'il n'est qu'une continuation du trophosperme.

83. On appelle *déhiscence* l'action naturelle du péricarpe qui s'ouvre pour que les graines qui y sont renfermées puissent en sortir à l'époque de leur maturité. Les péricarpes vraiment déhiscents sont ceux qui se divisent en un nombre déterminé de pièces distinctes qu'on nomme *valves*. Les péricarpes *ruptiles* sont ceux qui se rompent en pièces irrégulières et très variables quant au nombre et à la forme. D'autres péricarpes s'ouvrent à leur sommet en formant des dents qui s'écartent graduellement les unes des autres ; quelques-uns ne présentent d'autre ouverture que des trous pratiqués à leur partie supérieure ; enfin, il en est qui ne s'ouvrent pas du tout.

Le nombre des véritables valves est presque toujours égal à celui des loges du péricarpe ; mais dans quelques fruits, chacune se partage en deux pièces, en sorte que leur nombre paraît double.

La déhiscence valvaire est dite, 1° *loculicide*, quand elle se fait par le milieu des loges, c'est-à-dire entre les cloisons répondant à la partie moyenne des valves ; 2° *septicide*, si elle a lieu vis-à-vis des cloisons qu'elle partage ordinairement alors en deux lames ; 3° *septifrages*, quand elle s'opère vers la cloison qui reste libre et entière au moment où les valves se séparent.

84. GRAINE. Cette partie du fruit, qui s'appelle

aussi *semence*, est celle qui se trouve contenue dans l'intérieur du péricarpe. Elle provient de l'ovule fécondé : son caractère essentiel est de renfermer un corps organisé, *embryon*, qui, placé dans des circonstances favorables, devient, en se développant, un nouvel être entièrement semblable à celui dont il tire son origine. Le centre du *hile* représente toujours la base de la graine ; son sommet est le point diamétralement opposé. Lorsque le hile est situé sur un des points du bord de la graine, elle est dite *comprimée*, et dans ce cas, celle de ses deux faces qui regarde l'axe du péricarpe, porte le nom de *face* proprement dite, et l'on appelle l'autre le *dos*. On dit qu'une graine est *déprimée* lorsque le hile existe sur l'une de ses faces. La position des graines et sur-tout leur direction relativement à l'axe du péricarpe, fournissent de bons moyens pour la coordination naturelle des plantes. On les appelle : 1° *dressées*, quand elles sont fixées par leur extrémité au fond du péricarpe ou d'une de ses loges ; 2° *renversées*, quand elles sont attachées à la partie supérieure (dans ces deux cas le trophosperme occupe la base ou le sommet de la loge) ; 3° *ascendantes*, si au contraire, le trophosperme étant axillaire ou pariétal, elles dirigent en haut leur sommet ; 4° *suspendues*, quand leur sommet est dirigé vers la base du péricarpe ; 5° enfin, *péritropes*, quand leur axe rationnel est transversal relativement aux parois du péricarpe.

La graine est formée de deux parties, l'*épisperme* et l'*amande*.

85. *a.* L'*épisperme*, ou tégument propre, est presque toujours simple, quoique quelquefois il paraisse composé de deux tuniques. C'est toujours à sa surface qu'est situé le hile ; vers la partie centrale de celui-ci, ou sur l'un de ses côtés, on re-

marque une ouverture fort petite, nommée *omphalode*, qui livre passage aux vaisseaux nourriciers qui se rendent du trophosperme dans le tissu de l'épisperme. Quand ce faisceau vasculaire se continue quelque temps avant de se ramifier, la ligne plus ou moins saillante qu'il forme reçoit le nom de *vasiducte* ou de *raphé*; et le point intérieur où elle se termine, celui de *chalaze* ou *ombilic interne*. Un autre organe perforé, souvent dirigé du côté du stigmate, et que l'on regarde comme servant de conduite au fluide fécondant apporté au jeune embyron, est désigné sous le nom de *micropyle*. Dans quelques graines, on observe une sorte de corps renflé en forme de calotte, qui, pendant la germination, se détache pour livrer passage à l'embryon, et qu'on appelle *embryotège* ou *opercule*. L'épisperme n'offre dans son intérieur qu'une cavité toujours simple; il est très rare qu'il renferme à la fois plusieurs embryons.

86. *b*. L'*amande* est toute la partie de la graine contenue dans la cavité de l'épisperme, et n'ayant avec lui aucune communication vasculaire, à moins que ces deux organes ne soient soudés et confondus. L'amande toute entière peut être formée par l'embryon; d'autres fois elle renferme en outre un corps accessoire nommé *endosperme*. L'*embryon* est un être essentiellement organisé, qui, par la germination, doit se développer et s'accroître; l'endosperme, au contraire, est ordinairement formé de tissu cellulaire, dans les mailles duquel est déposée une fécule amylacée, destinée à la nourriture de l'embryon. Il change de nature à l'époque de la germination et acquiert la propriété de se dissoudre dans l'eau. Il est toujours assez facile de le séparer de l'embryon, auquel il n'est aucunement adhérent. La nature de sa substance est très variable; ainsi

elle peut être sèche et farineuse, ou coriace et cartilagineuse, ou bien oléagineuse et charnue, etc.

87. L'embryon qu'on appelle *épispermique* quand il n'existe pas d'endosperme, et *endospermique* dans le cas contraire, offre des positions différentes relativement à l'endosperme ; on l'appelle *intraire*, quand il est entièrement enveloppé par l'endosperme, et *extraire*, quand il est placé sur un point de la surface de ce dernier, et logé dans une petite fossette qu'elle lui présente. Il est essentiellement formé de quatre parties qui sont : 1° le *corps radiculaire*, 2° le *corps cotylédonaire*, 3° la *gemmule*, et 4° la *tigelle*.

88. 1° Le *corps radiculaire* ou la *radicule* constitue celle des extrémités de l'embryon, qui, au moment de la germination, doit donner naissance à la racine. Avant cette époque, elle est toujours simple et indivise, et lorsqu'elle se développe, elle pousse souvent de petits mamelons qui deviennent autant de filets radiculaires. Il est facile de reconnaître la radicule, dès que le développement de l'embryon commence à s'effectuer, parce que, au contraire de ses autres parties, elle tend toujours à se diriger vers le centre de la terre. Les végétaux, dans lesquels la radicule est nue, prennent le nom d'*exorhizes ;* ceux dans lesquels elle est recouverte entièrement par une enveloppe particulière, qui se rompt à l'époque de la germination, et nommé *coléorhize,* en reçoivent le nom d'*endorhizes ;* enfin, les plantes, plus rares, dans lesquelles la radicule est soudée et fait corps avec l'endosperme, s'appellent *synorhizes*. Ces divers caractères ont été proposés comme très propres à diviser les végétaux en trois grandes classes; mais ce mode de division n'a pas été généralement adopté.

89. 2° Le *corps cotylédonaire* est un organe des-

tiné par la nature à favoriser le développement de la jeune plante, en lui fournissant les premiers sucs nécessaires à sa nutrition, et qui, quand l'amande n'a pas d'endosperme, remplace ce dernier. Ce corps peut être simple ou multiple; dans le premier cas, l'embryon est dit *monocotylédoné;* lorsqu'il présente deux corps cotylédonaires réunis base à base, il prend le nom de *dicotylédoné*. Dans l'embryon de diverses plantes, les *cotylédons* sont au nombre de trois, de quatre, de cinq, de huit et même de dix et de douze; mais plusieurs botanistes n'admettent pas d'embryons *polycotylédonés*, et ne les regardent que comme plus ou moins divisés. Quelquefois les cotylédons, à l'époque de la germination, restent cachés sous la terre, et alors ils portent le nom d'*hypogés ;* d'autres fois l'alongement du collet qui les sépare de la radicule sort hors de terre et alors on les appelle *épigés :* c'est ce qui a lieu dans la plupart des dicotylédonés. Quand les deux cotylédons s'élèvent au-dessus du sol, ils forment presque toujours les deux feuilles dites *séminales*.

90. 3° La *gemmule* est un petit corps simple ou composé, qui naît entre les cotylédons, ou dans la cavité même du cotylédon, quand celui-ci est unique; elle est formée par plusieurs petites feuilles plissées diversement sur elles-mêmes, qui, par leur développement, constituent ensuite les feuilles *primordiales*. C'est le rudiment de toutes les parties qui doivent se développer à l'air extérieur. On nomme *coléoptile* une espèce d'étui, qui quelquefois recouvre la gemmule.

91. 4° La *tigelle* est l'organe qui souvent unit la base du corps cotylédonaire avec la radicule. Elle n'existe pas toujours d'une manière très manifeste.

L'extrémité radiculaire forme toujours la base de

l'embryon, qui prend les noms d'*homotrope*, quand sa radicule répond au hile; d'*orthotrope*, quand il est rectiligne; d'*antitrope*, quand sa direction est opposée à celle de la graine, et que, par conséquent, son extrémité cotylédonaire correspond au hile; et enfin d'*amphitrope*, quand il est tellement recourbé sur lui-même, que ses deux extrémités se rapprochent en se dirigeant vers le hile.

92. L'*embryon dicotylédoné* présente pour caractères distinctifs : 1° une radicule cylindrique ou conique, nue, saillante et constituant, lors de la germination, la véritable racine de la plante; 2° deux cotylédons attachés à la même hauteur sur la tigelle, et dont la consistance et l'épaisseur sont d'autant plus grandes, que l'endosperme est plus mince ou n'existe pas du tout; 3° une gemmule recouverte et plus ou moins cachée par les deux cotylédons, et 4° une tigelle plus ou moins développée.

93. L'*embryon monocotylédoné* est celui qui, avant la germination, ne présente aucune fente ni division; ce n'est fréquemment qu'une masse charnue, où toutes les parties sont unies et confondues. Ce n'est qu'après la germination qu'on y remarque un corps radiculaire occupant une des extrémités, et ayant tantôt la forme d'un mamelon peu saillant, tantôt, au contraire, étant large et aplati, de manière à former la masse la plus considérable de l'embryon, qu'on appelle alors *macropode*. Cette radicule est renfermée dans une coléorhize qu'elle rompt au moment de la germination. Le cotylédon unique, sans incision ni fente, est de forme très variable, mais est toujours latéral relativement à la masse totale de l'embryon. Le plus souvent il renferme la gemmule et lui forme une espèce de coléoptile; celle-ci est ordinairement composée de petites feuilles emboîtées les unes dans les autres,

dont la plus extérieure, formant aux autres une espèce d'enveloppe close, a été nommée *piléole*. La tigelle n'existe presque jamais ou se confond avec le cotylédon ou la radicule.

Telles sont les dispositions les plus générales; cependant beaucoup de végétaux présentent des exceptions.

DE LA GERMINATION.

94. C'est ainsi qu'on appelle la série des phénomènes que présente une graine, pour opérer le développement de l'embryon qu'elle renferme. La *germination* ne peut avoir lieu que par un concours de circonstances dépendant de la graine elle-même, ou d'influences extérieures : ainsi, d'un côté, la graine doit être mûre, renfermer un embryon complet, et ne pas être trop vieille; de l'autre, elle doit être soumise à l'action de certains agents extérieurs, dont les principaux sont l'*eau*, la *chaleur* et l'*air*. L'eau est indispensable à la germination; elle agit en pénétrant la substance de la graine, en ramollissant ses enveloppes, en faisant gonfler l'embryon, et en déterminant, dans l'endosperme ou dans les cotylédons, des changements chimiques qui rendent leur parenchyme propre à servir de nourriture au jeune végétal. La chaleur est tout aussi nécessaire : au-dessous d'une certaine température, la graine reste inactive; une chaleur trop élevée détruit sa force végétative; zéro et cinquante degrés centigrades sont les deux limites extrêmes. Quant à l'air, sa présence est aussi indispensable à la germination des graines, ou du moins à leur développement, qu'elle l'est à la respiration des animaux. La lumière, au contraire, empêche ou du moins ralentit beaucoup la germination.

Le premier phénomène qu'on aperçoit, est le

gonflement de la graine et le ramollissement de ses enveloppes; ces dernières se rompent au bout d'un temps variable dans les différents végétaux : cette rupture se fait d'une manière, soit régulière, soit irrégulière. Dès ce moment, on voit l'embryon, auquel on donne alors le nom de *plantule*, commencer à se développer; on y distingue deux extrémités, l'une, appartenant à la gemmule, s'appelle *caudex ascendant;* l'autre, formée par la radicule, se nomme *caudex descendant;* le plus ordinairement, c'est ce dernier qui se développe le premier; il s'alonge de plus en plus et constitue la racine. En s'accroissant, le caudex ascendant soulève les cotylédons, quand ceux-ci sont épigés; quand, au contraire, il sont hypogés, ils restent sous terre, où ils se flétrissent, et la gemmule seule se porte à l'extérieur, où une fois parvenue, les folioles qui la composent se déroulent et s'étalent.

CLASSIFICATION DES FRUITS.

95. Les fruits, considérés en général, sont divisés en trois classes principales, qui, elles-mêmes, présentent des subdivisions. Ainsi, les uns sont *simples*, lorsqu'ils proviennent d'un pistil unique renfermé dans une fleur; les autres, *multiples*, c'est-à-dire, qu'ils résultent du développement de plusieurs pistils renfermés dans une même fleur; d'autres enfin, *composés*, quand ils proviennent de la soudure de plusieurs pistils appartenant à des fleurs distinctes.

Suivant la nature de leur péricarpe, on les divise encore en *secs* et en *charnus:* suivant qu'ils restent clos de toutes parts, ou qu'ils s'ouvrent en un plus ou moins grand nombre de pièces ou valves, ils sont *indéhiscents* ou *déhiscents;* enfin, d'après le nombre de graines qu'ils renferment, ils sont *oligosper-*

mes, c'est-à-dire, contenant une quantité de graines ordinairement déterminée, et *polyspermes*, quand cette quantité n'est pas fixe.

96. A. Fruits simples. — 1° *Fruits secs et indéhiscents*. Ils sont ordinairement oligospermes; leur péricarpe est en général mince et adhérent à la graine. On distingue les espèces suivantes :

a. La *cariopse*, dont le péricarpe est intimement confondu avec la graine, et dont la forme est variable.

b. L'*akène*, dont le péricarpe est distinct du tégument propre de la graine, et qui souvent est couronné par des soies ou paillettes que l'on nomme *aigrettes*.

c. Le *polakène*, qui, à sa parfaite maturité, peut se séparer en diverses parties, dont chacune représente un akène.

d. La *samare*, qui est coriace, membraneuse, très comprimée, et qui offre une ou deux loges indéhiscentes, ordinairement étendues latéralement en forme d'ailes.

e. Le *gland*, qui provient toujours d'un ovaire infère pluriloculaire et polysperme, dont le péricarpe, adhérent intimement à la graine, offre toujours à son sommet les vestiges des dents du calice, et qui est renfermé, en partie ou en totalité, dans une sorte d'involucre nommée *cupule*. Cette espèce est toujours monosperme par l'avortement constant des autres ovules.

f. La *carcérule*, qui est pluriloculaire, polysperme, et souvent accompagnée d'une bractée.

97. 2° *Fruits secs et déhiscents*. Le plus souvent ils sont polyspermes, et on leur donne différents noms suivant les formes très variables qu'ils présentent :

a. Le *follicule* est un fruit géminé, ou solitaire

par avortement, membraneux, uniloculaire, univalve, s'ouvrant par une suture longitudinale.

b. La *silique* est alongée, bivalve, ordinairement partagée en deux loges par une fausse cloison parallèle aux valves; les graines y sont attachées à deux trophospermes suturaux.

c. La *silicule* ne diffère de la précédente que parce qu'elle est moins alongée.

d. La *gousse* ou *légume* est bivalve, naturellement uniloculaire, mais quelquefois partagée en un nombre plus ou moins grand de loges par des fausses cloisons; les graines y sont attachées à un seul trophosperme qui suit la direction de l'une des sutures.

e. La *pyxide* est ordinairement globuleuse, s'ouvrant, par scissure transversale, en deux valves hémisphériques superposées.

f. L'*élatérie* est pluriloculaire, souvent marquée au-dehors de côtes saillantes, et se partageant, à l'époque de la maturité, en autant de parties ou *coques*, qu'elle présente de loges.

g. La *capsule*, qui comprend tous les fruits secs et déhiscents qu'on ne peut faire entrer dans aucune des six espèces précédentes.

98. 3° *Fruits charnus.* Ils sont toujours indéhiscents, munis d'un péricarpe épais et pulpeux, et renferment un nombre de graines variables. Les espèces principales sont :

a. La *drupe*, qui contient un noyau dans son intérieur, et dont le sarcocarpe offre une épaisseur remarquable.

b. La *noix*, qui ne diffère de la précédente que par l'épaisseur moins considérable de son sarcocarpe, qui porte alors le nom de *brou.*

c. Le *nuculaine*, qui provient d'un ovaire libre, et qui renferme plusieurs petits noyaux ou nucules.

d. La *mélonide*, qui résulte de la réunion de plusieurs ovaires pariétaux, soudés avec le tube du calice; dans cette espèce de fruits la partie charnue n'est pas formée par le péricarpe, mais bien par l'épaississement considérable du calice. On la subdivise en *mélonide à nucules* et en *mélonide à pépins*.

e. La *balauste*, qui provient d'un ovaire infère toujours couronné par les dents du calice; elle est constamment pluriloculaire et polysperme.

f. La *péponide*, qui présente plusieurs loges éparses dans la pulpe, renfermant chacune une graine intimement unie avec la membrane pariétale de la loge.

g. L'*hespéridie*, qui offre une enveloppe très épaisse, et qui intérieurement se divise en plusieurs loges par des cloisons membraneuses qu'on peut séparer sans déchirement.

h. La *baie*, qui comprend tous les fruits charnus dépourvus de noyaux, qui ne font pas partie des espèces précédentes.

99. B. Fruits multiples. Parmi les diverses espèces de fruits qui appartiennent à cette division, une seule porte un nom particulier; c'est le *syncarpe*, qui provient de plusieurs ovaires appartenant à une même fleur et soudés ensemble même avant la fécondation.

100. C. Fruits composés. Il y en a trois espèces principales :

a. Le *cône* ou *strobile*, qui est formé d'un nombre plus ou moins grand d'utricules membraneuses logées dans l'aisselle de bractées très développées et sèches.

b. La *sorose*, qui résulte de la réunion de plusieurs fruits soudés ensemble par l'intermédiaire de leurs enveloppes florales charnues et très développées.

c. Le *sycone*, qui est formé par un involucre monophylle, charnu à son intérieur, fermé et contenant un grand nombre de petites drupes provenant d'autant de fleurs femelles.

§ 2. TAXONOMIE.

101. Parmi les nombreuses classifications qui ont été successivement adoptées pour les végétaux, il n'en est plus que deux qu'il soit important de connaître : ce sont celle de Linnée, ou *système sexuel*, et celle de L. de Jussieu, ou *méthode naturelle*. Toutes deux sont fondées principalement sur la comparaison des organes de la fructification.

Système de Linnée.

102. Il repose presque entièrement sur les différents caractères que présentent les organes sexuels : les classes sont établies d'après les organes mâles, c'est-à-dire les étamines ; et les ordres d'après les organes femelles, ou pistils.

Linnée divise d'abord tous les végétaux connus en deux grandes sections : les *phanorégames*, qui ont des organes sexuels apparents, et les *cryptogames*, dans lesquels ces organes sont, sinon tout-à-fait absents, du moins très difficiles à distinguer. Les végétaux phanorégames sont divisés en vingt-trois classes; les cryptogames, beaucoup moins nombreux, n'en forment qu'une seule. Parmi les premiers, les uns sont *monoclines* ou *hermaphrodites*, c'est-à-dire ont toujours les deux sexes réunis dans la même fleur; les autres, *diclines* ou *unisexuées*. Les monoclines comprennent les vingt premières classes. Tantôt les étamines sont libres de toute adhérence avec le pistil, tantôt elles sont soudées avec lui. Les *étamines libres* sont distinctes les unes des autres, ou

peuvent être réunies et soudées entre elles ; les *étamines distinctes* sont *égales* ou *inégales* entre elles ; et enfin celles qui sont *libres* et *égales* peuvent être en nombre *déterminé* ou *indéterminé*.

103. Ainsi le système de Linnée est fondé : 1° sur le nombre des étamines (les treize premières classes); 2° sur leur proportion respective (quatorzième et quinzième classes) ; 3° sur leur réunion par leur filet (seizième, dix-septième et dix-huitième classes) ; 4° sur leur soudure par les anthères (dix-neuvième classe); 5° sur leur soudure avec le pistil (vingtième classe); 6° sur la séparation des sexes (vingt-unième, vingt-deuxième et vingt-troisième classes); et 7° enfin, sur l'absence des organes sexuels (vingt-quatrième classe).

A. *Étamines en nombre déterminé et égales entre elles.*

1re classe. *Monandrie.* — Fleurs à une étamine.
2e — *Diandrie.* — Deux étamines.
3e — *Triandrie.* — Trois étamines.
4e — *Tétrandrie.* — Quatre étamines.
5e — *Pentandrie.* — Cinq étamines.
6e — *Hexandrie.* — Six étamines.
7e — *Heptandrie.* — Sept étamines.
8e — *Octandrie.* — Huit étamines.
9e — *Ennéandrie.* — Neuf étamines.
10e — *Décandrie.* — Dix étamines.

B. *Étamines en nombre non rigoureusement déterminé.*

11e classe. *Dodécandrie.* — De onze à vingt étamines.
12e — *Icosandrie.* — Plus de vingt étamines insérées sur le calice.

13e classe. *Polyandrie.* — De vingt à cent étamines insérées sous l'ovaire.

C. *Étamines inégales entre elles.*

14e classe. *Didynamie.* — Quatre étamines, dont deux constamment plus courtes que les deux autres, insérées sur une corolle monopétale irrégulière.

15e — *Tétradynamie.* — Six étamines, dont deux constamment plus courtes que les autres, et accompagnées d'une corolle polypétale.

D. *Étamines soudées par les filets.*

16e classe. *Monadelphie.* — Étamines en nombre variable, soudées ensemble en un seul corps.

17e — *Diadelphie.* — Étamines en nombre variable, soudées en deux corps distincts.

18e — *Polyadelphie.* — Étamines réunies en trois, ou un plus grand nombre de faisceaux.

E. *Étamines soudées par les anthères.*

19e classe. *Syngénésie.* — Cinq étamines, réunies dans des fleurs ordinairement composées.

F. *Étamines soudées au pistil.*

20e classe. *Gynandrie.* — Étamines soudées en un seul corps avec le pistil.

G. *Sexes séparés :*

21e classe. *Monœcie.* — Fleurs mâles et femelles distinctes, mais réunies sur le même individu.

22e — *Diœcie.* — Sexes séparés, et existant sur deux individus distincts.

23e — *Polygamie.* — Fleurs, ou hermaphro-

dites, ou mâles, ou femelles, réunies sur un même individu, ou sur des pieds différents.

II. *Fleurs non existantes ou invisibles.*

24e classe. *Cryptogamie.*

Dans les treize premières classes, les caractères des ordres sont tirés du nombre des styles ou des stigmates distincts dans chaque fleur, comme ceux des classes sont tirés du nombre des étamines; ainsi :

1er ordre : *Monogynie*, un seul style;
2e — *Digynie*, deux styles;
3e — *Trigynie*, trois styles;
4e — *Tétragynie*, quatre styles;
5e — *Pentagynie*, cinq styles;
6e — *Hexagynie*, six styles;
7e — *Heptagynie*, sept styles;
8e — *Décagynie*, dix styles;
9e — *Polygynie*, un grand nombre de styles.

La quatorzième classe comprend deux ordres, établis sur la structure de l'ovaire, savoir : la *gymnospermie*, quand les graines sont nues, et l'*angiospermie*, quand elles sont enveloppées.

La quinzième classe présente aussi deux ordres, suivant que le fruit est une silique ou une silicule.

Pour les seizième, dix-septième et dix-huitième classes, les caractères des ordres sont tirés du nombre des étamines, qui, comme il a été dit, forment un ou plusieurs faisceaux.

La dix-neuvième classe renferme six ordres fondés sur la structure même des fleurons qui forment les fleurs composées :

1er ordre : *Polygamie égale* : toutes les fleurs hermaphrodites.

2ᵉ ordre. *Polygamie superflue.* Fleurs du disque hermaphrodites ; celles de la circonférence femelles, mais toutes fécondes.

3ᵉ — *Polygamie frustranée.* Fleurs du disque hermaphrodites et fécondes; celles de la circonférence neutres ou femelles, mais stériles.

4ᵉ — *Polygamie nécessaire.* Fleurs du disque hermaphrodites et stériles ; celles de la circonférence femelles et fécondes.

5ᵉ — *Polygamie séparée.* Toutes les fleurs hermaphrodites, rapprochées les unes des autres, mais contenues chacune dans un petit involucre particulier.

6ᵉ — *Polygamie monogamie.* Toutes les fleurs hermaphrodites, mais simples et isolées les unes des autres.

Dans la vingtième classe, on distingue quatre ordres tirés du nombre des étamines.

Dans les vingt-unième et vingt-deuxième classes, les ordres sont très nombreux ; leurs caractères sont empruntés aux circonstances d'après lesquelles sont établies la plupart des classes précédentes, et qui sont alors employées comme caractères d'ordres.

La vingt-troisième classe a été divisée en trois ordres : 1° *monœcie*, quand le même individu porte des fleurs monoclines et des fleurs déclines ; 2° *diœcie*, quand un individu porte des fleurs hermaphrodites, et l'autre des fleurs unisexuées; 3° enfin, *triœcie*, quand l'espèce se compose de trois individus, l'un à fleurs hermaphrodites, l'autre à fleurs mâles, et le troisième à fleurs femelles.

La vingt-quatrième classe comprend quatre ordres : les fougères, les algues, les mousses et les champignons.

M. Richard a apporté quelques modifications au

système de Linnée; mais ce système étant presque abandonné aujourd'hui, nous ne nous y arrêterons pas davantage.

Système de Jussieu, ou Méthode naturelle.

104. Cette méthode, bien supérieure à toutes celles qui l'ont précédée, diffère essentiellement du système de Linnée : les divisions y sont fondées sur les caractères offerts par toutes les parties des végétaux; aussi les plantes qui se trouvent ainsi rapprochées sont-elles disposées de telle sorte qu'elles ont avec celle qui les précède ou qui les suit immédiatement, plus de rapport qu'avec aucune autre.

On comprend sous le nom d'*espèce*, tous les individus qui se reproduisent constamment de la même manière. Quand une graine donne indifféremment naissance à des individus qui n'offrent entre eux d'autre dissemblance que de légères nuances de couleur, de taille, etc., ces individus portent le nom de *variétés*.

Un nombre plus ou moins considérable d'espèces réunies par des caractères communs tirés des organes de la fructification, mais cependant distinctes les unes des autres par des caractères propres à chacune d'elles et tirés des organes de la végétation, constitue un *genre*.

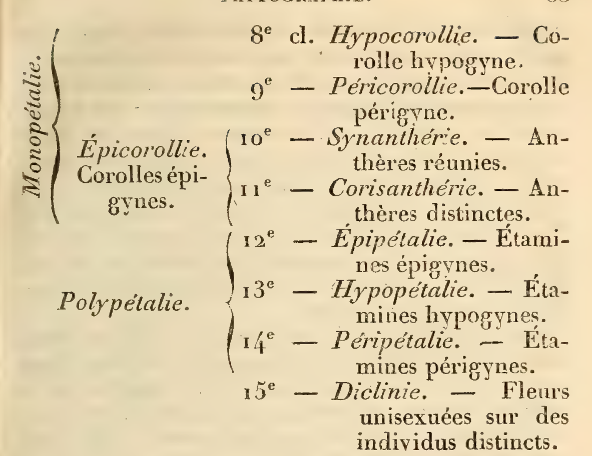
En rapprochant les genres qui ont entre eux des caractères communs ou analogues, si toutefois on n'a égard qu'à un seul de ces caractères, on forme des *ordres;* et si, au contraire, on a égard à tous à la fois, on a des *familles naturelles*.

Les caractères d'après lesquels on établit les divisions principales, sont : l'absence ou la présence et le nombre des cotylédons, l'absence ou la présence de la corolle, qui peut être monopétale ou polypé-

tale, l'insertion des étamines ou de la corolle par rapport au pistil, la réunion ou la non réunion des étamines, et enfin la réunion ou la séparation des sexes.

Dans cette méthode, les végétaux ont d'abord été partagés en deux grandes divisions, d'après la présence ou l'absence de l'embryon : les *embryonés* et les *inembryonés*. Ces derniers forment, sous le nom d'*acotylédonés*, la première classe primordiale; les premiers, suivant le nombre de leurs cotylédons, se subdivisent en deux classes primordiales : les *monocotylédonés* et les *dicotylédonés*. Quant aux classes proprement dites, elles sont au nombre de quinze, dont la première est consacrée aux acotylédonés, trois aux monocotylédonés, et les onze autres, formant quatre subdivisions, aux dicotylédonés. Voici les noms particuliers donnés à chacune de ces classes, et leurs caractères distinctifs :

ACOTYLÉDONÉS.	1re cl.	*Acotylédonie.* — Point d'embryon.
MONOCOTYLÉDONÉS.	2e —	*Monohypogynie.* — Étamines insérées au-dessous de l'ovaire.
	3e —	*Monopérigynie.* — Étamines insérées autour de l'ovaire.
	4e —	*Monoépigynie.* — Étamines insérées sur l'ovaire.
DICOTYLÉDONÉS. *Apétalie.*	5e —	*Épistaminie.* — Étamines épigynes.
	6e —	*Péristaminie.* — Étamines périgynes.
	7e —	*Hypostaminie.* — Étamines hypogynes.



Monopétalie.		8ᵉ cl. *Hypocorollie.* — Corolle hypogyne.
		9ᵉ — *Péricorollie.*—Corolle périgyne.
	Épicorollie. Corolles épigynes.	10ᵉ — *Synanthérie.* — Anthères réunies.
		11ᵉ — *Corisanthérie.* — Anthères distinctes.
Polypétalie.		12ᵉ — *Épipétalie.* — Étamines épigynes.
		13ᵉ — *Hypopétalie.* — Étamines hypogynes.
		14ᵉ — *Péripétalie.* — Étamines périgynes.
		15ᵉ — *Diclinie.* — Fleurs unisexuées sur des individus distincts.

§ 3. PHYTOGRAPHIE.

105. Le nombre des *familles* qui se rangent dans les quinze classes que nous avons spécifiées, n'est point fixé et ne peut l'être, puisque de nouvelles découvertes peuvent l'augmenter chaque jour. Nous devons ici nous borner à exposer les caractères des familles qui fournissent les principaux médicaments, et dans ces familles, les caractères des espèces dont l'usage est le plus général.

Première classe. — ACOTYLÉDONIE.

106. *Famille des* ALGUES. — Végétaux d'une organisation la plus simple que l'on connaisse, formant tantôt des filaments déliés, tantôt des tubes simples ou rameux, continus ou articulés, tantôt des lames minces de diverses figures, etc.; d'un tissu homogène, composé de cellules et de quelques fibres

longitudinales, croissant ordinairement dans des eaux douces ou salées; organes de la fructification, consistant en petits réceptacles nommés *sporanges*, déhiscents ou indéhiscents, contenant de très petits corps dits *sporules*, et diversement placés, soit dans l'intérieur même de la plante, soit, mais plus rarement, à l'extérieur, sous forme de tubercules.

Espèces médicinales. VAREC VERMIFUGE OU MOUSSE DE CORSE, *Fucus helminthocortos*, DeC.— Tiges grêles et cylindriques, terminées par de petits rameaux crochus, sur les côtés desquels se trouvent les sporanges sessiles.

107. *Famille des* CHAMPIGNONS. — Plantes terrestres ou parasites, extrêmement variables dans leurs formes, leur consistance, etc.; tantôt représentant des filaments déliés, tantôt des tubercules, d'autres fois, et même le plus souvent, une sorte de parasol; fructification consistant en sporules isolées, nues ou renfermées dans de petites capsules, et placées, soit dans l'intérieur de la plante, soit à sa surface, étendues sur une lame membraneuse nommée *hyménium*.

Esp. méd. BOLET DU MÉLÈZE OU AGARIC BLANC, *Boletus laricis*, Bul. —BOLET AMADOUVIER OU AMADOU, *B. igniarius*, Sowerb.

108. *Famille des* LICHÉNÉES. Plantes sèches, coriaces, membraniformes, dendroïdes ou pulvérulentes, croissant sur les arbres, la terre ou les rochers; sporules renfermées dans des conceptacles, de formes et de couleurs variables, qu'on nomme *apothécions*.

Esp. méd. LICHEN D'ISLANDE, *Cetraria islandica*, Ach. Production foliacée, sèche, montante, divisée en lanières rameuses, irrégulières, bordées de poils fins et courts, vivant en touffes serrées; apothécions de couleur pourpre, situés obliquement

sur le bord des feuilles. — LICHEN PULMONAIRE, *Lobaria pulmonaria*, De C. — L. APHTEUX, *Peltigera aphtosa*, Ach.—L. PYXIDÉ, *Bœmyces pixydatus*, Ach. — VARIOLAIRE AMÈRE, *Variolaria amara*, L.

109. *Famille des* FOUGÈRES. Plantes herbacées, vivaces, quelquefois arborescentes; tiges souterraines; feuilles ou frondes toujours roulées en crosse avant leur développement, simples ou découpées plus ou moins profondément; fructification consistant en sporules nues ou contenues dans de petites capsules placées en petits amas qu'on nomme *sores*, à la partie inférieure des feuilles, ou formant des grappes ou des épis terminaux.

Esp. méd. NÉPHRODE FOUGÈRE MALE, *Nephrodium filix mas*, Rich. Tige souterraine horizontale; feuilles grandes, pétiolées, ovales, lancéolées, pinnées, à pinnules très longues et très rapprochées; pétiole court, d'un brun foncé et couvert d'écailles; fructifications réniformes, arrondies et ombiliquées à leur échancrure. — POLYPODE COMMUN, *Polypodium vulgare*, L.— P. CALAGUALA, *P. calaguala*, Ruiz. — DORADILLE POLYTRIC, *Asplenium trichomanes*, L. — CAPILLAIRE NOIR, *Adianthum nigrum*, L. — C. DE MONTPELLIER, *A. capillus veneris*, L. —OSMONDE ROYALE, *Osmunda regalis*, L. — CÉTÉRACH, *Ceterach officinarum*, Swartz.

110. *Famille des* EQUISÉTACÉES. Tiges simples ou rameuses, en général fistuleuses, cannelées, coupées de distance en distance de nœuds, d'où naissent des rameaux verticillés; fructifications en épis terminaux composés d'écailles épaisses, à la face inférieure desquelles sont placées de petites capsules disposées sur un seul rang et remplies de granules extrêmement petits.

Esp. méd. Prêle vaseuse, *Equisetum limosum*, L. — Prêle d'hiver, *E. hyemale*, L.

Monocotylédonie. — *Deuxième classe.* — Monohypogynie.

111. *Famille des* Aroïdées. Plantes vivaces; racine ordinairement tubéreuse; feuilles souvent toutes radicales, ou alternes sur la tige; fleurs unisexuées, monoïques ou hermaphrodites, disposées sur un spadice nu, ou enveloppé d'une spathe monophylle, dépourvues d'enveloppes florales, ou ayant un calice à quatre, cinq ou six divisions; étamines variables; ovaire à une loge polysperme, rarement à trois; stigmate sessile; fruit : baie, quelquefois capsule par avortement; graine à endosperme charnu, contenant un embryon cylindrique et dressé.

Esp. méd. Acore aromatique, *Acorus calamus*, L. Racine horizontale, rampante, de la grosseur du doigt, noueuse de distance en distance; tige simple, dressée, ensiforme; feuilles radicales, étroites, ensiformes, glabres, engaînantes à leur base et longues de deux à trois pieds; spadice sessile, long de deux à trois pouces, couvert de fleurs hermaphrodites nombreuses; calice persistant à six divisions; six étamines; ovaire triloculaire; stigmate très petit; fruit : petite capsule triangulaire et triloculaire, enveloppée par le calice. — Gouet ordinaire ou Pied de veau, *Arum vulgare*, Lamk.

112. *Famille des* Pipérinées. Tiges sous-frutescentes; feuilles simples alternes; fleurs nues, disposées en spadice cylindrique; trois étamines; ovaire uniloculaire, monosperme, stigmate tri ou quadri-parti; fruit : baie monosperme, sèche et coriace.

Esp. méd. Poivre noir, *Piper nigrum*, L.

Tige sarmenteuses ; feuilles ovales, glabres, à court pétiole, longues de trois à cinq pouces, et larges de deux environ ; fleurs en chatons grêles, extra-axillaires, de quatre à cinq pouces de long, petites, verdâtres, sessiles et hermaphrodites ; fruit : baie rougeâtre, pisiforme, un peu charnue à l'extérieur. — P. BÉTEL, *P. betel*, L. — P. CUBÈDE, *P. cubeba*, L. Tige flexueuse, articulée ; feuilles ovales oblongues, coriaces ; fleurs en épis alongés et pendants, longuement pédicellées ; fruits : baie globuleuse noirâtre et ridée. — POIVRE LONG, *P. longum*, L.

113. *Famille des* CYPÉRACÉES. Tiges ou chaume souvent angulaires, sans nœuds ; feuilles longues, engaînantes, à gaînes non fendues ; fleurs hermaphrodites ou unisexuées, monoïques ou dioïques, en épis ou en chatons ; une écaille au lieu de calice ; trois étamines, rarement plus ; ovaire uniloculaire, monosperme ; un style ; deux ou trois stigmates ; fruits : petit akène de forme variable ; graine composée d'un embryon placé à la surface d'un endosperme farineux.

Esp. méd. SOUCHET LONG, *Cyperus longus*, L. — S. ROND, *C. rotundus.*, L.— LAICHE DES SABLES, *Carex arenaria*, L.

114. *Famille des* GRAMINÉES. Tiges ou chaumes herbacées, ordinairement fistuleuses, marquées de nœuds pleins, de distance en distance ; feuilles alternes, longues, étroites, engaînantes, à gaine fendue longitudinalement ; au point de réunion de la tige et de la base de la feuille, une petite languette, nommée *ligula* ; fleurs en épis ou en panicules plus ou moins rameuses, solitaires ou réunies, et formant des *épillets* ; souvent hermaphrodites ; quelquefois unisexuées, monoïques, dioïques ou polygames ; écailles remplaçant les enveloppes flo-

rales ; la plus extérieure, qui contient une ou plusieurs fleurs, divisée en deux valves, se nomme *lépicène ;* l'écaille intérieure uni ou bivalve, se nomme *glume ;* l'une des valves ordinairement terminée par un prolongement nommé *barbe ;* dans le plus grand nombre des genres, trois étamines, quelquefois cependant moins, ou plus ; ovaire simple, uniloculaire, monosperme ; un ou deux styles; deux stigmates plumeux ; fruits : cariopse, rarement un akène, nue ou enveloppée dans les valves de la glume ; graine à endosperme farineux, sur la partie inférieure duquel est appliqué un embryon discoïde.

Esp. méd. FROMENT CULTIVÉ, *Triticum sativum*, Lamk. Chaume annuel, simple, haut de cinq à six pieds ; feuilles glabres, d'une couleur verte glauque ; fleurs en épis serrés à l'extrémité de la tige ; épillets multiflores, alternes sur un axe commun denté ; glume composée de deux paillettes emboîtées l'une dans l'autre, l'extérieure plus grande que l'intérieure ; fruit ovoïde, jaunâtre, marqué d'un sillon longitudinal.

FROMENT RAMPANT, *T. repens*, L. Racine vivace, longue, rampante, blanche, grêle, cylindrique ; tige droite, haute de deux pieds ; épis alongés, comprimés; épillets distiques, sans arrêtes.—SEIGLE CULTIVÉ, *Secale cereale*, L. — ORGE CULTIVÉE, *Hordeum vulgare*, L.— AVOINE CULTIVÉE, *Avena sativa*, L.—ROSEAU A QUENOUILLES, *Arundo donax*, L. — R. A BALAIS, *A. phragmites*, L. — CANNE A SUCRE, *Saccharum officinarum*, L.— RIZ CULTIVÉ, *Oryza sativa*, L.— MAÏS CULTIVÉ, *Zea maïs*, L.

115. *Famille des* ALISMACÉES. Plantes herbacées, annuelles ou vivaces, aquatiques ; feuilles alternes, pétiolées, engaînantes; fleurs hermaphrodites, rarement unisexuées, en épis, panicules ou

sertules ; calice à six divisions, les trois intérieures pétaloïdes; six étamines, quelquefois davantage, insérées à la base des divisions du calice; pistils nombreux soudés ou distincts ; ovaire uniloculaire, monosperme ou disperme ; style et stigmate simples ; fruits : petits carpelles secs, ordinairement monospermes et indéhiscents ; embryon gros, dépourvu d'endosperme, droit, en fer à cheval.

Esp. méd. FLUTEAU A FEUILLES DE PLANTAIN, *Alisma plantago*, L.

116. *Famille des* COLCHICÉES. Plantes herbacées; racine souvent bulbifère, quelquefois fibreuse ; feuilles alternes et engaînantes; fleurs terminales, hermaphrodites ou unisexuées ; périanthe coloré, à six divisions profondes, souvent tubuleux à sa base; six étamines opposées aux divisions du périanthe ; trois ovaires, tantôt libres dans chaque fleur, tantôt soudés ensemble, et présentant trois côtes saillantes; ovules nombreux, attachés à l'angle rentrant des loges ; style triparti, ou trois styles distincts, quelquefois très longs ; trois stigmates glanduleux; fruits, capsule triloculaire, trivalve ; graine à endosperme charnu, contenant un embryon cylindrique placé vers le point opposé au hile.

Esp. méd. COLCHIQUE D'AUTOMNE, *Colchicum autumnale*, L. Bulbe solide, charnu ; feuilles lancéolées, obtuses, luisantes, formant une touffe dressée, qui ne se montre que l'hiver ; fleurs grandes, purpurines ; tube du périanthe très long, son limbe campanulé ; étamines insérées au sommet du tube, hors duquel elles font saillie ainsi que le style; fruit : capsule ovoïde, alongée, glabre, trifide à son sommet, et marquée de trois sillons profonds ; graines nombreuses, arillées.—VÉRATRE BLANC OU ELLÉBORE BLANC, *Veratrum album*, L. Racine pivotante, tuberculeuse, charnue, de la grosseur du pouce, d'où

naissent un grand nombre de fibriles rougeâtres; tige dressée, glabre, striée; feuilles sessiles, amplexicaules, ovales, aiguës; fleurs verdâtres, en panicule au sommet de la tige; calice étalé; trois pistils distincts; fruit : trois capsules alongées, uniloculaires.—Vératre cévadille, *V. sabadilla*, Retz.

117. *Famille des* Palmiers. Tiges (stipes) ligneuses, droites, cylindriques; feuilles très grandes en palmes ou en éventails, en faisceaux au sommet de la tige; fleurs unisexuées, monoïques ou dioïques; calice double et persistant, à six divisions; six étamines; trois pistils libres; trois ovaires, dont deux avortent souvent, un à trois styles; fruit variable suivant les espèces.

Esp. méd. Dattier cultivé, *Phœnix dactylifera*, L.—Sagoutier, *Sagus farinaria*, Rumph.

118. *Famille des* Asparaginées. Tiges herbacées ou sarmenteuses; racines fibreuses; feuilles alternes, quelquefois engaînantes à leur base; fleurs hermaphrodites, rarement unisexuées; calice pétaloïde, coloré, quatre ou six sépales soudés à leur base; quatre ou six étamines; ovaire libre, à trois loges, uni ou triovulées; style simple ou trifide; stigmate trilobé; fruit : baie globuleuse, contenant un petit nombre de graines.

Esp. méd. Asperge officinale, *Asparagus officinalis*, L.— Smilax salsepareille, *Smilax salsaparilla*, L. Tige sarmenteuse et grimpante, articulée, garnie d'aiguillons recourbés, très glabre; racine composée d'un grand nombre de fibres très longues, cylindriques, d'un gris cendré; feuilles pétiolées, cordiformes, quinquinervées; deux vrilles tordues en spirale à la base; fleurs verdâtres, en petites ombelles simples; fruit : baie rougeâtre, mono ou trisperme. — Squine, *S. china*, L.— Fragon a feuilles piquantes, *Ruscus aculeatus*, L.— Dra-

GONNIER, *Dracœna draco*, L.—MUGUET DE MAI, *Convallaria maïalis*, L.

119. *Famille des* LILIACÉES. Tiges herbacées: racines souvent bulbifères; feuilles alternes, quelquefois verticillées; fleurs hermaphrodites; calice coloré; six sépales, quelquefois soudés par leur base; pistil libre, supère; ovaire de formes variées, à trois loges polyspermes; style simple ou nul; stigmate trilobé; capsule triloculaire, trivalve, contenant des graines nombreuses.

Esp. méd. LIS BLANC, *Lilium candidum*, L.—AIL COMMUN, *Allium sativum*, L. — A. OIGNON, *A. cepa*, L.—SCILLE OFFICINALE, *Scilla maritima*, L. Bulbe ovoïde, de la grosseur des deux poings, formé de tuniques charnues et blanches, recouvertes de membranes minces, d'un brun foncé; feuilles radicales, lisses, luisantes, ovales, lancéolées; hampe droite, simple, de 2 à 3 pieds de haut; fleurs en un long épi terminal, blanches, pédonculées, chacune d'elles accompagnée d'une bractée linéaire, aiguë; calice presque étalé; étamines de la même longueur que le calice; style simple; stigmate très-petit. — ALOÈS EN ÉPI, *Aloe spicata*, L. Racine fibreuse; feuilles épaisses, charnues, alongées, longues de 8 à 10 pouces, larges de 3 ou 4, dentelées sur les bords, amplexicaules, rassemblées en rosette à la base de la tige; hampe haute de 2 pieds, couverte d'écailles; fleurs en épi alongé, tubuleuses, rouges, pendantes avant la floraison, dressées après l'épanouissement; étamines plus longues que le calice; fruit: capsule ovoïde, alongée, marquée de trois sillons longitudinaux.—A. PERFOLIÉ, *A. perfoliata*, L.

3e *Classe* — MONOSYMPHYSOGYNIE.

120. *Famille des* IRIDÉES. Racine bulbifère ou rampante; hampe nue ou couverte de feuilles;

fleurs d'abord renfermées dans une spathe ; calice pétaloïde, tubuleux, à six divisions irrégulières ; trois étamines libres ou monadelphes ; ovaire à trois loges polyspermes ; style simple ou trifide ; un ou trois stigmates planes et pétaloïdes ; fruit : capsule triloculaire, polysperme, trivalve.

Esp. méd. SAFRAN CULTIVÉ, *Crocus sativus*, L. Bulbe arrondi, charnu, blanc à l'intérieur, brunâtre à l'extérieur ; feuilles dressées, étroites, linéaires, vertes en dessus, blanches en dessous ; fleurs grandes, radicales, violettes, marquées de veines rouges ; trois stigmates filiformes, très longs, roulés à leur sommet et d'une couleur jaune foncée ; fruit : capsule globuleuse, à graines arrondies.

121. *Famille des* AMOMÉES. Plantes aromatiques · racines vivaces, tubéreuses ; feuilles simples, offrant à leur base une graine entière ou fendue ; fleurs accompagnées de bractées, en épi ou en panicule ; calice coloré, tubuleux, à limbe double, l'extérieur à trois divisions, l'intérieur à trois divisions aussi, mais irrégulières et comme bilabiées ; une étamine épigyne ; filet plane et pétaloïde, ou soudé en partie avec le style ; anthère à deux parties distinctes ; ovaire triloculaire ; style grêle ; stigmate concave ; fruit : capsule triloculaire, trivalve, quelquefois baie polysperme.

Esp. méd. AMOME EN GRAPPE, *Amomum racemosum*, Lamk. — CURCUMA LONG, *Curcuma longa*, L. — GINGEMBRE OFFICINAL, *Zingiber officinale*, Bosc. — ZÉDOAIRE OFFICINALE, *Kœmpferia rotunda*, L. — MARANTA GALANGA, *Maranta galanga*, L. — M. DE L'INDE, *M. indica*, Bosc.

122. *Famille des* ORCHIDÉES. Plantes terrestres ou parasites : racines fibreuses ou présentant deux tubercules charnus, arrondis, entiers ou palmés ; feuilles alternes, embrassantes ; fleurs en épi, rare-

ment solitaires; calice pétaloïde, terminé souvent à sa base par un cornet alongé, creux, nommé *éperon*, à six divisions, trois extérieures régulières, trois intérieures irrégulières et prenant des formes variées; une étamine au centre de la fleur; filet soudé avec le style et le stigmate; ovaire infère, multiovulé; fruit: capsule uniloculaire, trivalve.

Esp. méd. Orchis male, *Orchis mascula*, L. —Vanille officinale, *Vanilla aromatica*, Swartz. Sous-arbrisseau sarmenteux, grimpant au tronc des arbres au moyen de fibres radicales: feuilles épaisses, lisses, luisantes; fleurs grandes, purpurines et odorantes, en bouquets de cinq ou de six; fruits longs de cinq à six pouces, presque cylindriques, brunâtres, remplis d'une pulpe très odorante, dans laquelle sont nichées les graines. — Faham, *Angræcum fragrans*, Dupetit-Thouars.

Dicotylédonie. — *Cinquième classe.* — Apétalie. — Éleuthérogynie.

123. *Famille des* Coniférées. Grands arbres, rarement arbrisseaux, ou arbustes résineux: feuilles persistantes, étroites, subulées, solitaires ou géminées; fleurs unisexuées, monoïques ou dioïques, les mâles ordinairement en chaton; étamines variables, sessiles ou portées sur des filets distincts ou soudés; anthères uniloculaires; fleurs femelles en chatons ovoïdes ou globuleux, à écailles grandes et imbriquées, à l'aisselle desquelles sont une ou deux fleurs; ovaire conique; fruit: akène ovoïde ou anguleux; amande à endosperme charnu, renfermant un embryon di ou polycotylédoné.

Esp. méd. Pin pignon, *Pinus pinea*, L.—P. maritime, *P. maritima*, Lamk. — P. sauvage, *P. sylvestris*, L. — Sapin commun, *Abies pectinata*, De C.

Mélèze ordinaire, *Larix europœa*, De C. — Genévrier commun, *Juniperus communis*, L.—G. sabine, *J. sabina*, L.—If. commun, *Taxus baccata*, L.

124. *Famille des* Salicinées. Arbres, arbrisseaux ou arbustes vivant habituellement dans les lieux humides : feuilles alternes, stipulées; fleurs dioïques, en chatons alongés ou globuleux; fleurs mâles composées d'une écaille caliciforme, de figure variable, de une à vingt-quatre étamines; fleurs femelles également formées d'une écaille supportant un ovaire fusiforme, uniloculaire, polysperme; style très-court; deux stigmates bi-partis; fruit : petite capsule ovoïde, pointue au sommet, bivalve; graine très-petite, entourée de longs poils soyeux.

Esp. méd. Saule blanc, *Salix alba*, L.—S. fragile, *S. fragilis*, L.—S. triandre, *S. triandra*, L.— Marceau, *S. caprœa*, L.—Peuplier noir, *Populus nigra*, L.

125. *Famille des* Polygonées. Plantes herbacées, rarement ligneuses : feuilles alternes, engaînantes à leur base; fleurs petites, verdâtres, en épi ou en panicule; calice monosépale, à trois, cinq ou six divisions, au fond duquel est un disque périgyne; étamines variables, rarement plus de quinze; ovaire libre, uniloculaire, monosperme; deux ou trois stigmates, souvent sessiles; fruit : petit akène triangulaire, revêtu par le calice; graine à endosperme farineux.

Esp. méd. Rhubarbe palmée, *Rheum palmatum*, L. Racine épaisse, perpendiculaire, rameuse, jaune, de la grosseur du bras; tige simple, dressée, cylindrique, haute de deux à quatre pieds, rameuse au sommet; feuilles à pétioles rougeâtres; limbes très grands, palmés, divisés en sept lobes, cinq ou sept nervures très saillantes, à la face inférieure; fleurs jaunâtres, très nombreuses, en panicules alongées,

chaque fleur pédicellée ; calice à cinq divisions ovales, alongées ; neuf étamines de la longueur du calice ; anthères ovoïdes, obtuses ; ovaire supère, terminé par trois stigmates arrondis ; fruits dont les angles sont légèrement membraneux. — RHUBARBE ONDULÉE, *R. ondulatum*, L. — R. COMPACTE, *R. compactum*, L. — POLYGONE SARRAZIN, *Polygonum fagopyrum*, L. — P. POIVRE-D'EAU, *P. hydropiper*, L. — RUMEX OSEILLE, *Rumex acetosa*, L. — PATIENCE, *R. patientia*, L.

126. *Famille des* LAURINÉES. Arbres ou arbrisseaux aromatiques : feuilles alternes, coriaces, lisses, luisantes, souvent persistantes; fleurs en ombelles ou en panicules, presque toujours imparfaitement unisexuées; calice monosépale, à six ou à quatre divisions; étamines périgynes, variant de six à neuf, quelquefois plus ; filets offrant à leur base deux petits appendices glanduleux; anthères biloculaires; ovaire libre, à une seule loge, contenant un ovule pendant ; style et stigmate simples ; fruit, drupe dont la base est environnée par le calice, renfermant une seule graine à embryon renversé, dépourvu d'endosperme et à cotylédons très épais.

Esp. méd. LAURIER CANNELLIER, *Laurus cinnamomum*, L. Arbuste de vingt-cinq à trente pieds de haut : écorce grisâtre en dehors, rougeâtre en dedans ; feuilles irrégulièrement opposées, à pétioles courts, canaliculés, longues de quatre à cinq pouces, vertes en dessus, cendrées en dessous ; fleurs jaunâtres, en panicules axillaires ; calice à six divisions profondes ; neuf étamines de la couleur du calice ; ovaire ovoïde ; style épais, surmonté d'un stigmate capitulé ; fruit : petite drupe ovoïde, de cinq à six lignes de long, violette, contenant une pulpe verdâtre, et un petit noyau dont l'amande est rougeâtre. — LAURIER CAMPHRIER, *Laurus camphora*, L. Arbre

*

élevé, à tronc droit et simple : feuilles alternes, ovales, arrondies, entières ; fleurs en corymbes, longuement pédonculées, renfermées d'abord dans des bourgeons écailleux, axillaires, ovoïdes ; fruit : semblables à celui du cannellier, mais plus petit. — LAURIER SASSAFRAS, *Laurus sassafras*, L. — L. CASSE, *L. cassia*, L. — L. A FEUILLES LONGUES, *L. malabathrum*, Lamk. — L. CULILAWAN, *L. culilaban*, L.—L. ORDINAIRE, *L. nobilis*, L.—RAVENTSARA, *Evodia raventsara*, Gœrtn.

127. *Famille des* MYRISTICÉES. Arbres ou arbustes, contenant un suc propre rougeâtre : feuilles alternes, pétiolées, coriaces ; fleurs complétement unisexuées, axillaires ou terminales, en grappes ou en panicules ; calice à trois divisions ; quatre à douze étamines, soudées par les filets et par les anthères ; ovaire monosperme, à ovule dressé ; un style ; deux stigmates ; fruits drupacés ; graine recouverte par un arille charnu et souvent découpé.

Esp. méd. MUSCADIER AROMATIQUE, *Myristica moscata*, Thunb. Arbre de trente pieds de haut, ressemblant à un oranger : feuilles ovales, lancéolées, entières, longues de deux à trois pouces, larges d'un pouce et demi, d'un vert foncé en dessus, blanchâtres en dessous ; fleurs dioïques, en faisceaux, aux aisselles des feuilles ; fruit, drupe pyriforme, de la grosseur du poing, renfermant une graine ovoïde, solide, presque entièrement revêtue d'un arille découpé en lanières étroites, inégales et de couleur de chair.

128. *Famille des* EUPHORBIACÉES. Plantes herbacées ou ligneuses, contenant pour la plupart un suc blanc et très âcre : feuilles alternes, éparses ou opposées ; fleurs unisexuées, monoïques ou dioïques, ordinairement disposées en grappes, ou réunies dans un involucre commun, rarement solitaires ; calice

souvent double, à cinq ou dix divisions, dont les intérieures sont pétaloïdes; fleurs mâles : étamines variables; fleurs femelles : ovaire globuleux, à trois côtes et à trois loges, rarement plus, renfermant chacune un ou deux ovules; trois styles bifurqués; fruit composé de trois coques bivalves, mono ou dispermes; graines recouvertes, à leur partie supérieure, par une crête ou caroncule de forme variable, renfermant un embryon mince et plane, enveloppé d'un endosperme charnu.

Esp. méd. Ricin ordinaire, *Ricinus communis*, L. Tige herbacée en Europe, ligneuse et arborescente en Afrique: feuilles alternes, à pétioles longs, cylindriques et creux, peltées, palmées, à sept ou neuf lobes; une stipule caduque à leur base; fleurs monoïques, en grappes extra-axillaires, portant les fleurs femelles à sa partie supérieure, et les mâles inférieurement; fleurs mâles : calice à cinq divisions concaves, étamines très nombreuses, polyadelphes; fleurs femelles : ovaire libre, hérissé de tubercules charnus, terminés par une pointe aiguë, à trois loges uniovulées; style très court; fruit, capsule globuleuse, glauque et chargée d'épines. — Croton tiglion, *Croton tiglium*, L. Arbre ou arbrisseau, à feuilles alternes, pétiolées: fleurs en épi à l'extrémité des rameaux; calice double, l'extérieur à cinq divisions foliacées, l'intérieur à cinq divisions aussi, mais pétaloïdes; fleurs mâles : douze à vingt étamines; fruit de la grosseur d'une aveline, glabre, à trois loges, contenant chacune une graine ovoïde et alongée. — Euphorbe officinal, *Euphorbia officinarum*, L. — E. épurge, *E. lathyris*, L. — E. ipécacuanha, *E. ipecacuanha*, L. — Médicinier manioc, *Jatropa maniot*, L. — Croton cascarille, *Croton cascarilla*, L. — Buis ordinaire, *Buxus*

sempervirens, L. — HEVEA DE LA GUYANE, *Hevea guyannensis*, Aublet.

129. *Famille des* LABIÉES. Plantes herbacées ou sous-frutescentes : tiges carrées; feuilles et rameaux opposés; fleurs très odorantes, axillaires ou verticillées; calice monosépale, tubuleux, à cinq divisions plus ou moins profondes; corolle monopétale, irrégulière, tubuleuse, à cinq divisions, et dont le limbe est partagé en deux lèvres; deux ou quatre étamines didynames, insérées au tube de la corolle; ovaire simple, quadrilobé, chaque loge renfermant une seule graine, à sa base un bourrelet jaunâtre, circulaire et saillant; style simple; stigmate bifide; fruit, tétrakène enveloppé par le calice persistant : graines épispermiques; embryon à radicule inférieure et à cotylédons planes.

Esp. méd. ROMARIN OFFICINAL, *Rosmarinus officinalis*, L. — SAUGE OFFICINALE, *Salvia officinalis*, L. — GERMANDRÉE MARUM, *Teucrium marum*, L. — MENTHE POIVRÉE, *Mentha piperita*, L. — HYSOPE OFFICINAL, *Hyssopus officinalis*, L. — LAVANDE OFFICINALE, *Lavendula vera*, De C. — LIERRE TERRESTRE, *Glechoma hederacea*, L. — BÉTOINE OFFICINALE, *Betonica officinalis*, L. — MARRUBE COMMUN, *Marrubium vulgare*, L. — MÉLISSE OFFICINALE, *Melissa officinalis*, L.

130. *Famille des* SCROPHULARIÉES. Tiges herbacées, rarement sous-frutescentes : feuilles alternes ou opposées; fleurs en épis; calice monosépale, persistant, à quatre ou cinq divisions; corolle monopétale, irrégulière; deux ou quatre étamines didynames, offrant souvent le rudiment d'une cinquième étamine avortée; ovaire simple, biloculaire, entouré par un disque hypogyne, annulaire; fruit : capsule biloculaire, bivalve, polysperme; graines

attachées à un trophosperme situé à la partie centrale de chaque face de la cloison, et qui contiennent un embryon droit, renfermé dans un endosperme charnu.

Esp. méd. Digitale pourprée, *Digitalis purpurea*, L. Racine vivace ou bisannuelle; tige simple, droite, cylindrique, velue, haute de deux à trois pieds; feuilles radicales, ovales, aiguës, blanchâtres, velues sur leurs deux faces; fleurs d'une couleur rouge vive, pendantes en un long épi unilatéral situé à la partie supérieure de la tige; corolle campaniforme, à cinq lobes inégaux et obtus, tachetée intérieurement de points noirs, garnie de poils longs et mous; fruit: capsule ovoïde, acuminée. — Véronique en épis, *Veronica spicata*, L.—V. Bécabunga, *V. becabunga*, L.— Gratiole officinale, *Gratiola officinalis*, L.— Molène bouillon blanc, *Verbascum thapsus*, L.

131. *Famille des* Solanées. Plantes annuelles ou vivaces, ou arbrisseaux d'un aspect triste: feuilles alternes; fleurs solitaires en épis ou en corymbes, très souvent extra-axillaires; calice persistant à cinq divisions; corolle monopétale, ordinairement régulière, rotacée ou campaniforme, à cinq divisions; cinq étamines insérées à la corolle; ovaire à deux loges pluriovulées, entouré à sa base d'un disque hypogyne jaune; style simple; stigmate capitulé, souvent bilobé; fruit: capsule biloculaire, bivalve, ou baie à deux loges, à l'intérieur desquelles les trophospermes font une saillie qui simule d'autres loges; graines à surface rugueuse et chagrinée; embryon courbé ou roulé sur lui-même, renfermé dans un endosperme charnu.

Esp. méd. Belladone commune, *Atropa belladona*, L. Racine vivace, épaisse, charnue; tige dressée, de deux à quatre pieds de haut, velue, ra-

meuse, dichotome; feuilles grandes, à courts pétioles, ovales, aiguës, velues; fleurs grandes, solitaires, pendantes, d'un rouge terne; calice campaniforme; corolle en cloche alongée, à tube court; les étamines plus courtes que la corolle, à filets subulés et à anthères globuleuses; ovaire ovoïde, alongé, appliqué sur un disque jaunâtre; style grêle, terminé par un stigmate applati, convexe et légèrement bilobé; fruit : baie arrondie, de la grosseur d'une cerise, d'abord verte, puis rouge, enfin noire, entourée à sa base par le calice; graines nombreuses, réniformes — Pomme de terre, *Solanum tuberosum*, L. — Douce-amère, *S. dulcamara*, L.— Morelle noire, *S. nigrum*, L. — Coqueret alkékenge, *Physalis alkekengi*, L. —Jusquiame noire, *Hyosciamus niger*, L. — J. blanche, *H. albus*, L. — Tabac ordinaire, *Nicotiana tabacum*, L. — Stramoine pomme épineuse, *Datura stramonium*, L.

132. *Famille des* Convolvulacées. Plantes herbacées ou sous-frutescentes, à tiges grêles et volubiles : feuilles alternes; fleurs axillaires ou terminales; calice persistant, à cinq divisions profondes; corolle monopétale, régulière, à limbe entier ou à cinq lobes; cinq étamines attachées à la corolle; ovaire libre, bi ou quadriloculaire; style simple ou divisé en plusieurs parties qui portent chacune un stigmate; fruit: capsule recouverte par le calice, bi ou quadriloculaire, quelquefois indéhiscente; embryon contenu dans un endosperme charnu, et dont les cotylédons sont planes et plissés en différents sens.

Esp. méd. Liseron jalap, *Convolvulus jalappa*, L. Racine fusiforme, arrondie, blanche, lactescente, d'où naissent plusieurs tiges sarmenteuses, striées, parsemées de petits tubercules, s'élevant à quinze et vingt pieds de hauteur : feuilles pétiolées,

subcordiformes, aiguës, glabres en dessus, velues en dessous; fleurs pédonculées, axillaires, violacées; les divisions du calice profondes; corolle subinfundibuliforme; tube cylindrique; étamines rapprochées et ne dépassant pas le tube de la corolle; style filiforme; stigmate bilobulé; fruit: capsule ovoïde, arrondie, de la grosseur d'une noisette, à quatre loges mono ou dispermes; graines triangulaires, couvertes de longs poils soyeux. — L. SCAMMONÉE, *C. scammonia*, L. — L. TURBITH, *C. turpethum*, L. — L. DES HAYES, *C. sepium*, L. — L. DES CHAMPS, *C. arvensis*, L.

133. *Famille des* GENTIANÉES. Plantes herbacées, rarement sous-frutescentes: feuilles opposées, sessiles ou pétiolées, entières ou composées; calice persistant, monosépale, à cinq divisions; corolle monopétale, régulière, tubuleuse, à cinq lobes; ordinairement cinq étamines; ovaire à une ou deux loges pluriovulées; ovules attachées à deux trophospermes pariétaux; style simple ou bifurqué; stigmate bilobé ou deux stigmates distincts; fruit: capsule à une ou deux loges, bivalve, septicide, polysperme.

Esp. méd. — GENTIANE JAUNE, *Gentiana lutea*, L. — G. POURPRE, *G. purpurea*, L. — G. PONCTUÉE, *G. punctata*, L. — G. CHIRETTE, *G. chirayta*, Roxb. — ÉRYTHRÉE PETITE-CENTAURÉE, *Erythrea centaurium*, Rich. — MÉNYANTHE TRÈFLE D'EAU, *Menyanthes trifoliata*, L.

134. *Famille des* APOCYNÉES. Plantes herbacées, arbrisseaux lactescents, ou arbres non lactescents: feuilles opposées ou verticillées, sans stipules; calice monosépale, à cinq divisions; corolle monopétale, régulière; cinq étamines, tantôt libres, tantôt monadelphes et formant une sorte de tube cylindrique, recouvrant l'ovaire; deux ovaires ordinairement soudés en un seul, à une seule loge contenant une

assez grande quantité de graines attachées à un trophosperme longitudinal; style court; stigmate de forme variable; fruit: follicule simple ou double, rarement une baie; graines imbriquées, souvent munies d'une aigrette plumeuse; embryon plane, contenu dans un endosperme mince et charnu.

Esp. méd. Strychnos noix vomique, *Strychnos nux vomica*, L. Arbre d'une grosseur et d'une élévation médiocres; rameaux opposés, glabres d'un vert terne: feuilles courtement pétiolées, très entières, ovales, lisses et glabres; fleurs petites, blanches, en petits corymbes à l'extrémité des jeunes rameaux; fruit ovoïde, de la grosseur d'une orange, à enveloppe fragile; graines éparses dans une pulpe aqueuse, orbiculaires, déprimées, ombiliquées sur une face, larges de six à huit lignes, épaisses de trois ou quatre, d'une couleur grisâtre, et un peu velues. — S. fève de Saint-Ignace, *S. ignatia*. L. — Cynanque ipécacuanha, *Cynanche ipecacuanha*, Rich.—Dompte-venin, *C. vincetoxicum*, Rich.—Nérion antidysentérique, *Nerium antidysentericum*. L.— Asclépiade tubéreuse, *Asclepias tuberosa*, Rich. — Périploque scammonée, *Periploca secamone*, L.

135. *Famille des* Cucurbitacées. Plantes herbacées, à tiges flexueuses et souvent grimpantes: feuilles alternes, pétiolées, simples ou lobées, souvent hérissées de poils rudes; fleurs unisexuées, monoïques, axillaires; fleurs mâles: calice subcampaniforme, à cinq dents, soudé entièrement, dans ses deux tiers inférieurs, avec la base de la corolle; corolle monopétale, régulière, à cinq lobes ordinairement plissés longitudinalement; cinq étamines, dont quatre soudées deux à deux par les filets et les anthères, inserées au fond de la corolle; fleurs femelles: ovaire infère, constituant un renflement au-dessous du ca-

lice uniloculaire, contenant six ou un plus grand nombre d'ovules attachés aux bifurcations des lames d'un trophosperme à trois lames rayonnantes; style simple ou trifurqué, terminé par trois stigmates épais et glanduleux; fruit péponide; graines tantôt nichées dans la pulpe, tantôt libres dans une vaste cavité accidentelle creusée dans la pulpe, comprimées, revêtues d'un tégument crustacé; embryon dépourvu d'endosperme.

Esp. méd. CUCUMÈRE COLOQUINTE, *Cucumis colocynthis*, L. Tige couverte de poils rudes: feuilles subréniformes, aiguës, à cinq lobes, garnies de poils rudes sur les ramifications des nervures; fleurs monoïques, extra-axillaires; fleurs mâles: calice hérissé de poils blancs; corolle jaune-orange: fleurs femelles: ovaire en massue, son sommet tapissé par un bourrelet circulaire jaune; style gros, charnu, trifide; trois stigmates bifides; fruit globuleux, jaune, de la grosseur d'une orange, à écorce dure, coriace, contenant une pulpe blanche, spongieuse, dans laquelle sont nichées des graines nombreuses, ovales, comprimées et blanches.—C. MELON, *C. melo*. L.—PÉPON A GROS FRUITS, *Pepo macrocarpus*, Rich.—MOMORDIQUE ÉLATÉRIUM, *Momordica elaterium*, L.

136. *Famille des* SYNANTHÉRÉES.—Plantes herbacées ou frutescentes: feuilles alternes, rarement opposées, souvent découpées; fleurs hermaphrodites, unisexuées ou neutres, réunies en têtes, portées sur un plateau; réceptacle qui présente souvent de petites fossettes ou alvéoles dans lesquelles elles sont logées, et entourées d'un ou plusieurs rangs d'écailles qui forment un involucre; chaque fleur se compose d'une corolle régulière, tubuleuse, *fleuron*, ou bien irrégulière déjetée d'un côté, *demi-fleuron*; cinq étamines synanthères; ovaire infère, uniloculaire et uniovulé; un style; stigmate bifide; fruit:

akène de forme variable, nu ou couronné à son sommet par un rebord membraneux, une aigrette écailleuse ou des soies plumeuses.

Cette famille, la plus nombreuse de toutes, se subdivise en trois tribus.

A. Carduacées. — Fleurs toutes flosculeuses; réceptacle garni de soies nombreuses; style orné d'un bouquet de poils au-dessus de la bifurcation du stigmate.

Esp. méd. Chardon-marie, *Carduus marianus*, L. — Bardane officinale, *Arctium lappa*, L. — Centaurée chausse-trappe, *Centaurea calcitrapa*, L.—C. chardon-bénit, *C. benedicta*, L.—C. officinal, *C. centaurium*, L.

B. Corymbifères. — Fleurs toutes flosculeuses, ou bien radiées; réceptale nu ou garni de soies ou de paillettes en nombre égal à celui des fleurs; style sans poils.

Esp. méd. Camomille noble, *Anthemis nobilis*, L. — C. pyrèthre, *A. pyrethra*, L.—Absinthe officinale, *Absinthium officinale*, L. — Armoise commune, *Artemisia vulgaris*, L.—A. de Judée, *A. judaica*, L.—A. sémentine, *A. contrà*, L.—Tanaisie commune, *Tanacetum vulgare*, L.—Arnique des montagnes, *Arnica montana*, L. —Aunée officinale, *Inula helenium*, L.—Cresson de Para, *Spilanthus oleracea*, L.—Santoline, *Santolina chamœcyparissus*, L. — Aya-pana, *Eupatorium aya-pana*, L.

C. Chicoracées. — Plantes ordinairement lactescentes; capitules entièrement formés de demi-fleurons.

Esp. méd. Laitue vireuse, *Lactuca virosa*, L. —L. cultivée, *L. sativa*, L.—Pissenlit commun, *Leontodon taraxacum*, L. — Chicorée sauvage, *Cichorium intybus*, L.

137. *Famille des* VALÉRIANÉES. Plantes herbacées ; racines très odorantes dans les espèces vivaces : feuilles opposées ; fleurs nues en panicules ou en corymbes ; calice adhérent ; limbe denté, ou roulé en dedans ; corolle tubuleuse, quelquefois éperonnée, à cinq lobes inégaux ; une à cinq étamines ; ovaire uniloculaire ; style simple ; stigmate ordinairement triparti ; fruit : akène couronné par les dents du calice, ou par une aigrette plumeuse ; embryon droit et épispermique.

Esp. méd. VALÉRIANE OFFICINALE, *Valeriana officinalis*, L. — V. CELTIQUE, *V. celtica*, L. — GRANDE VALÉRIANE, *V. phu*, L.

138. *Famille des* RUBIACÉES. Tige herbacée ou ligneuse : feuilles opposées, toujours simples et stipulées, ou verticillées sans stipules ; calice adhérent, entier ou à quatre ou cinq divisions ; corolle monopétale, régulière, de forme variée, à quatre ou cinq lobes ; quatre ou cinq étamines attachées à la corolle ; ovaire uni ou multiloculaire, mono ou polysperme, surmonté d'un disque jaunâtre ; style simple ou bifide ; deux stigmates capitulés ; fruit variable, tantôt deux petites coques monospermes, sèches ou peu charnues, tantôt capsule ou baies à deux, quatre, cinq ou plusieurs loges mono ou polyspermes ; embryon contenu dans un endosperme charnu ou souvent dur et corné.

Esp. méd. CAFÉIER D'ARABIE, *Coffea arabica*, L. — IPÉCACUANHA ANNELÉ, *Cephœlis ipecacuanha*, Rich. Arbrisseau rampant ou peu élevé : racines fibreuses, capillaires ou bien en forme de tubercules alongés, marquées d'impressions annulaires très rapprochées, presque ligneuses, à épiderme brun, et dont le centre est ligneux et blanc ; tige d'abord souterraine, rampante, horizontale, puis redressée, haute d'un pied, obscurément quadrilatère ; feuilles

au nombre de six à huit à la partie supérieure de la tige, courtement pétiolées, ovales, acuminées, latérinerves, longues de deux à quatre pouces; fleurs petites, blanches, formant un petit capitule entouré d'un involucre très grand; calice à cinq dents; corolle infundibuliforme, à cinq divisions; cinq étamines; style simple; deux stigmates; fruit: nuculaine ovoïde, noirâtre, contenant deux nucules blanchâtres. — QUINQUINA GRIS, *Cinchona condaminœa*, Humb. — Q. JAUNE, *C. cordifolia*, Mutis. — Q. ORANGÉ, *C. lancifolia*, Mutis. — Q. ROUGE, *C. oblongifolia*, Mutis. — Q. BLANC, *C. ovalifolia*, Mutis. — *Car. du genre Cinchona.* Grands arbres: fleurs disposées en panicules thyrsiformes; calice à cinq dents; corolle infundibuliforme, à cinq divisions; tube cylindracé et anguleux; cinq étamines incluses dans le tube; capsule ovoïde, alongée, couronnée par les dents du calice, biloculaire, bivalve; graines membraneuses sur les bords. — CHIOCCOQUE A GRAPPES, *Chiococca racemosa*, L. — KINO, *Nauclea gambir*, Hunter.

139. *Famille des* OMBELLIFÈRES. Tige herbacée, fistuleuse, rarement frutescente: feuilles alternes, engaînantes, ordinairement très profondément découpées; fleurs petites, disposées en ombelles, simples ou composées, chaque ombelle entourée d'un involucre, et chaque ombellule d'un involucelle; calice nul ou à cinq dents; corolle pentapétale; cinq étamines épigynes et alternes avec les pétales; ovaire infère, à deux loges monospermes, surmonté d'un disque formant deux mamelons; deux styles; deux stigmates très petits; fruit: diakène de forme variée; embryon endospermique, intraire.

Esp. méd. BOUCAGE ANIS, *Pimpinella anisum*, L. — CARVI OFFICINAL, *Carum carvi*, L. — ÆNANTHE PHELLANDRE, *Ænanthe phellandrium*, De C. — ACHE PERSIL, *Apium petroselium*, L. — ANETH

FENOUIL, *Anethum fœniculum*, L.—CUMIN OFFICINAL, *Cuminum cyminum*, L. — CORIANDRE CULTIVÉE, *Coriandrum sativum*, L. — CIGUE MACULÉE, *Conium maculatum*, L. — ÉTHUSE PETITE CIGUE, *Æthusa cynapium*, L. — CICUTAIRE AQUATIQUE, *Cicutaria aquatica*, Lam. — SÉLIN GALBANUM, *Selinum galbanum*, L. — DORÉMA AMMONIAQUE, *Dorema ammoniacum*, Don. — FÉRULE ASA-FOETIDA, *Ferula asa-fœtida*, L. — ANGÉLIQUE OFFICINALE, *Angelica archangelica*, L.

140. *Famille des* MYRTINÉES. Arbres ou arbustes d'un port élégant, à feuilles persistantes, opposées: fleurs axillaires ou terminales; calice monosépale, adhérent, à quatre ou cinq divisions peu profondes; corolle régulière, polypétale; étamines très nombreuses, dont les filets sont libres ou soudés en plusieurs faisceaux; ovaire uni ou multiloculaire; un style; un stigmate; fruit: baie, drupe ou capsule sèche ou charnue, à une ou plusieurs loges mono ou polyspermes; embryon épispermique.

Esp. méd. MYRTE CARYOPHYLLÉ, *Myrtus caryophyllata*, L. — M. PIMENT, *M. pimenta*, L. — GÉROFLIER AROMATIQUE, *Caryophyllus aromaticus*, L.

141. *Famille des* ROSACÉES. Plantes herbacées, arbrisseaux ou arbres très élevés: feuilles alternes, simples ou composées, munies de deux stipules; infloraison très variable; fleurs ordinairement blanches; calice monosépale, tubuleux ou étalé, à cinq divisions; corolle à cinq pétales égaux, réguliers et étalés en rose, insérés à l'entrée du tube du calice; étamines très nombreuses, insérées au même point que les pétales; pistils en nombre variable, distincts ou soudés entre eux; ovaire de chacun d'eux à une seule loge, uni ou pluriovulé; style latéral, quelquefois basilaire; stigmate simple; fruit très varia-

ble, une drupe, une mélonide, ou bien une quantité de petits akènes ou de petites drupes réunies sur un gynophore.

Esp. méd. Fraisier commun, *Fragaria vesca*, L. — Tormentille droite, *Tormentilla erecta*, L. — Bénoite officinale, *Geum urbanum*, L. — Aigremoine officinale, *Agrimonia eupatoria*, L. — Brayère anthelmintique, *Brayera anthelmintica*, Kunth. — Cerisier commun, *Cerasus vulgaris*, Miller. — C. laurier-cerise, *C. lauro-cerasus*, Loisel. — Rosier de France, *Rosa gallica*, L.

142. *Famille des* Légumineuses. Plantes herbacées, arbrisseaux ou arbres à feuilles alternes, ordinairement composées, digitées ou pinnées, accompagnées de deux stipules persistantes : inflorescence très variée; calice monosépale, tubuleux, denté au sommet ou en cloche, à cinq divisions profondes; corolle polypétale, papilionacée, ou régulière ou nulle ; la corolle papillionacée, composée de cinq pétales irréguliers, dont le supérieur plus grand se nomme *étendard*, les deux latéraux, *ailes*, et les inférieurs souvent soudés ensemble, *carène;* dix étamines ordinairement diadelphes, rarement libres ou monadelphes ; fruit : gousse ou légume en général uniloculaire, bivalve et polysperme, quelquefois charnue et indéhiscente, d'autres fois divisée par des cloisons transversales et partagée en plusieurs loges monospermes ; embryon à cotylédons très épais, contenu dans un épisperme membraneux.

Esp. méd. Astragale vrai, *Astragalus verus*, Oliv. — Réglisse officinale, *Glycyrrhyza glabra*, L. — Copahu officinal, *Copaifera officinalis*, Jacq. — Myroxylon du Pérou, *Myroxylum peruiferum*, L. — M. de Tolu, *M. toluiferum*, Rich. — Casse a feuilles aigues, *Cassia acutifolia*, Del. — C. canéficier, *C. fistula*, L. —

Tamarinier de l'Inde, *Tamarindus indica*, L. — Accacie véritable, *Acacia vera*, Wild. — A. au cachou, *A. catechu*, Wild. — A. du Sénégal. *A. senegal*, Wild.

143. *Famille des* Térébinthacées. Arbres ou arbrisseaux à feuilles alternes, sans stipules, ordinairement trifoliées ou pinnées : fleurs petites, en grappes, hermaphrodites ou unisexuées, monoïques ou dioïques; calice monosépale, à trois ou cinq divisions profondes; corolle pentapétale ou nulle; six à dix étamines insérées en dehors d'un disque périgyne; ovaire libre et simple, uniloculaire, uniovulé, ou multiloculaire; style court; un stigmate trilobé ou trois stigmates; fruit : drupe sèche ou succulente, contenant un noyau monosperme, ou plusieurs nucules; embryon renversé, sans endosperme.

Esp. méd. Sumac vénéneux, *Rhus toxicodendron*, L. — Pistachier franc, *Pistacia vera*, L. — Baumier de la Mecque, *Amyris opobalsamum*, Wild. — B. myrrhe, *A. kataf*, Forsk. — Brucée antidysentérique, *Brucea antidysenterica*, L. — Boswellie a dents, *Boswellia serrata*, Roxb.

144. *Famille des* Renonculacées. Plantes herbacées, rarement sous-frutescentes : racines fibreuses ou tuberculeuses; feuilles alternes; fleurs grandes et d'une belle couleur; calice polysépale, souvent corolliforme; corolle penta ou polypétale, ou nulle; étamines nombreuses, insérées au-dessous des pistils, qui sont tantôt réunis en forme de tête au centre de la fleur, tantôt solitaires ou groupés et soudés; chacun d'eux uniloculaire, pluriovulé; style latéral; stigmate occupant le sommet du sillon dont est creusé le style à sa face interne; fruits : petits akènes comprimés et disposés en capitules, ou

capsules agrégées ou distinctes, uniloculaires, polyspermes; embryon renfermé dans la base d'un endosperme charnu ou corné.

Esp. méd. Renoncule bulbeuse, *Ranunculus bulbosus*, L. — Clématite blanche, *Clematis vitalba*, L. — Ellébore noir, *Helleborus niger*, L. — Aconit napel, *Aconitum napellus*, L.

145. *Famille des* Ménispermées. Arbrisseaux sarmenteux, volubiles : feuilles alternes simples, pétiolées; fleurs petites, unisexuées, ordinairement dioïques; calice et corolle composés de plusieurs pièces distinctes, disposées sur plusieurs rangs; fleurs mâles : étamines très souvent monadelphes, variables en nombre, qui est égal, double ou triple de celui des pétales; fleurs femelles : pistils uniloculaires distincts ou soudés; fruit, petite drupe monosperme, recourbée et réniforme; embryon recourbé et enveloppé dans un endosperme mince et charnu.

Esp. méd. Ménisperme coque du levant, *Menispermum cocculus*, L. — M. columbo, *M. palmatum*, Lam.

146. *Famille des* Papavéracées. Plantes herbacées lactescentes : feuilles alternes; fleurs grandes, solitaires, souvent terminales; calice à sépales concaves, caducs; corolle, quatre pétales comme chiffonnées avant l'épanouissement, caducs; étamines nombreuses et libres; ovaire simple, uniloculaire, dans lequel les trophospermes saillants forment de fausses cloisons plus ou moins nombreuses; stigmate sessile, rayonné; fruit : capsule polysperme, s'ouvrant par des valves ou par des trous percés sous les lobes du stigmate; embryon petit et renfermé dans la base d'un endosperme charnu.

Esp. méd. Pavot somnifère, *Papaver somni-*

ferum, L. Racine annuelle, blanche, fusiforme; tige haute de deux à trois pieds, glauque : feuilles sessiles, semi-amplexicaules, glauques, alongées, dentées sur les bords; fleurs solitaires à l'extrémité des rameaux, penchées; corolle, pétales de couleur pourpre, marqués d'une tache noire à la base, ou tout blancs; environ cent étamines insérées sous l'ovaire; ovaire ovoïde, stipité, glabre et glauque; dix trophospermes saillants à l'intérieur; stigmate à dix ou douze rayons; fruit : capsule arrondie, globuleuse, couronnée par le stigmate persistant, s'ouvrant par des trous situés sous le stigmate; graines très petites, brunâtres.—P. COQUELICOT, *P. rhœas*, L. — CHÉLIDOINE GRANDE ÉCLAIRE, *Chelidonium majus*, L.

147. *Famille des* CRUCIFÈRES. Plantes herbacées; feuilles alternes; fleurs hermaphrodites; calice tétrasépale, caduc; corolle à quatre pétales onguiculés et disposés en croix; six étamines tétradynames; ovaire biloculaire, pluriovulé; style court; stigmate simple ou bilobé; fruit alongé, biloculaire, bivalve, polysperme, *silique*, ou court anguleux, elliptique ou arrondi, *silicule*, rarement uniloculaire et indéhiscent; embryon épispermique, immédiatement recouvert par le tégument de la graine.

Esp. méd. SISYMBRE CRESSON DE FONTAINE, *Sisymbrium nasturtium*, L.—MOUTARDE NOIRE, *Sinapis nigra*, L. — COCHLÉARIA OFFICINAL, *Cochlearia officinalis*, L.—C. DE BRETAGNE, *C. armoracia*, L.

148. *Famille des* POLYGALÉES. Plantes herbacées ou arbustes d'un port élégant : feuilles alternes; fleurs ordinairement terminales et en épi, accompagnées de deux bractées latérales; calice à trois, quatre ou cinq divisions régulières ou irrégulières; corolle, trois ou cinq pétales libres ou soudés par

leur base au moyen des filets des étamines; huit étamines diadelphes et soudées par les filets; anthères uniloculaires, s'ouvrant par un trou au sommet; ovaire supère, à une ou deux loges uni ou bi-ovulées; style simple; stigmate de forme variable; fruit: capsule charnue, biloculaire, bivalve; graine suspendue et souvent munie d'un arille charnu à sa base; embryon renversé au milieu d'un endosperme charnu.

Esp. méd. Polygala amer, *Polygala amara*, L. P. sénéga, *P. seneka*, L. — Kramérie triandre, *Krameria triandra*, Ruiz.

149. *Famille des* Rutacées. Plantes herbacées, sous-frutescentes ou ligneuses; feuilles alternes ou opposées, simples ou composées, munies de glandes translucides; calice monosépale, à cinq divisions profondes; corolle tétra ou pentapétale; huit ou dix étamines insérées sur un disque hypogyne; ovaire à quatre ou cinq côtes, à autant de loges uni ou pluriovulées; ovules renversés, attachés à l'angle interne des loges; style simple; stigmate simple ou à cinq lobes; fruit globuleux ou comprimé, à deux, trois ou cinq côtes, quelquefois en forme d'ailes; ou bien autant de petites capsules qu'il y a de loges; embryon à endosperme charnu.

Esp. méd. Rhue odorante, *Ruta graveolens*, L.—Gayac officinal, *Guaïacum officinale*, L. — Cuspaire fébrifuge, *Cusparia febrifuga*, Humb. — Quassie amère, *Quassia amara*, L. — Simarouba de Cayenne, *Simaruba guyannensis*, Rich. — Diosmée crénelée, *Diosma crenata*, L.

II.

ZOOLOGIE.

150. Les limites qui séparent le règne végétal du règne animal sont difficiles à assigner; car il existe divers êtres dont la nature est incertaine et qui paraissent être, en quelque sorte, intermédiaires entre les plantes et les animaux. Un naturaliste français, M. Bory-Saint-Vincent, a proposé de créer, pour ces êtres, un troisième règne, sous le nom de *Psychodiaires*; mais cette manière de voir n'a pas été adoptée par les auteurs, et l'on s'accorde généralement à ranger dans le règne animal tous les êtres vivants et *animés*, c'est-à-dire sensibles et mobiles (1).

Le nombre des animaux est extrêmement considérable; et pour les distinguer entre eux, les classifications méthodiques ne sont pas moins nécessaires que pour les végétaux. Mais il n'est que peu d'animaux qui fournissent des produits à la matière médicale et qui doivent nécessairement fixer l'attention des médecins.

151. Lorsqu'on cherche à classer les animaux d'après les modifications qu'on remarque dans les appareils les plus importants à la vie et d'après l'ensemble de leur organisation, on voit qu'ils peuvent tous se rapporter à quatre types principaux; aussi, dans la méthode de Cuvier, que nous suivrons ici, le règne animal est-il divisé en quatre grands embranchements, savoir: les *animaux vertébrés*, les *animaux articulés*, les *animaux mollusques* et les *animaux rayonnés*.

Le tableau suivant donnera une idée des caractères sur lesquels cette division est fondée :

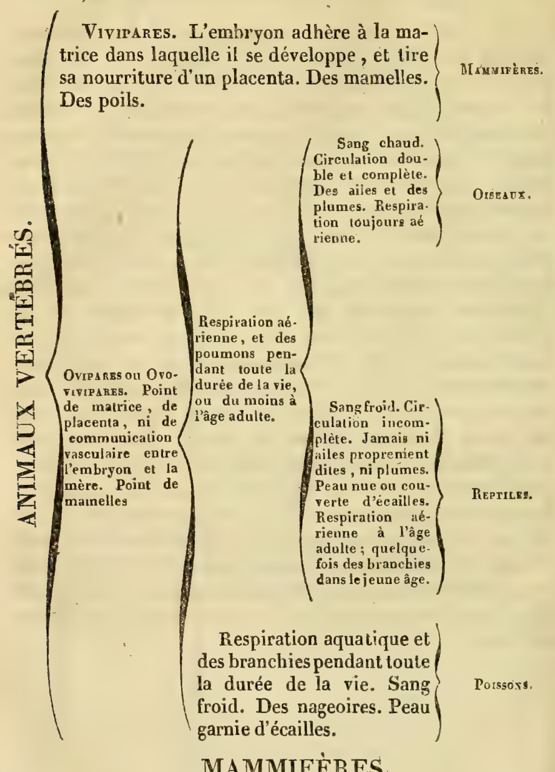
RÈGNE ANIMAL.

- *Squelette composé de vertèbres et de divers os, renfermant, dans l'intérieur du corps*, un système nerveux cérébro-spinal très développé, et contenu dans une enveloppe osseuse. Sang rouge. Mâchoires qui se meuvent suivant le sens de l'axe du corps. Des organes distincts pour la vue, l'ouïe, l'odorat et le goût. Jamais plus de quatre membres, et des sexes toujours séparés. — A. Vertébrés.
- *Point de vertèbres ni de squelette intérieur*. Point de système nerveux cérébro-spinal distinct. Sang presque toujours blanc.
  - Corps formé de deux moitiés symétriques placées de chaque côté. Un axe longitudinal ou système nerveux ganglionnaire bien distinct. En général, des yeux ; mais ni organes auditifs ni organes olfactifs.
    - Un squelette extérieur formé par des anneaux cutanés. Système nerveux symétrique et longitudinal. Mâchoires latérales. Membres presque toujours au nombre de trois paires ou plus. Sang en général blanc, mais pas toujours. — A. Articulés.
    - Point d'anneaux articulés enveloppant le corps et formant un squelette extérieur. Corps en général logé dans une coquille. Système nerveux composé de plusieurs masses éparses. Sang blanc. En général point de membres ni de mâchoires. — A. Mollusques.
  - Corps rayonné. Système nerveux nul ou rudimentaire. Sang blanc ; point de système circulatoire complet. Point d'organes spéciaux des sens. — A. Rayonnés.

ANIMAUX VERTÉBRÉS.

152. Cette division renferme tous les animaux dont la structure est la plus compliquée, et dont les facultés sont les plus variées et les plus parfaites. Le corps et les membres des animaux vertébrés sont soutenus par une charpente composée de pièces liées et mobiles les unes sur les autres; et ce squelette, en même temps qu'il forme des cavités pour loger les principaux viscères, est lui-même entouré de parties molles. On leur distingue toujours une tête et un tronc; les membres manquent quelquefois, et d'autres fois il n'y en a que deux; mais dans l'immense majorité des cas, leur nombre est de quatre, et jamais il ne s'élève plus haut. Le système nerveux est très développé et se compose, entre autres parties, d'un axe cérébro-spinal, situé tout entier du côté dorsal du canal digestif, et logé en partie dans la tête et en partie dans le tronc. Les globules du sang sont toujours rouges, et ce liquide circule dans un système vasculaire complet. Le cœur est musculaire et se compose de deux cavités au moins. Enfin, l'appareil digestif est très compliqué. Il existe toujours deux mâchoires impaires, et placées l'une au-dessus ou au-devant de l'autre; des glandes salivaires, un foie, un pancréas, une rate et des reins.

Les animaux vertébrés se divisent en quatre classes, de la manière suivante :



MAMMIFÈRES.

153. Les mammifères sont spécialement caractérisés par leur mode de génération et par l'appareil de lactation dont ils sont pourvus. De même

que les oiseaux, ils ont une température constante (sang chaud) et un cœur renfermant deux ventricules complétement distincts et deux oreillettes. Le sang veineux traverse tout entier les poumons et ne se mêle pas au sang artériel ; aussi la circulation est-elle double et complète. La respiration est toujours aérienne et se fait dans des poumons dont les cavités ne communiquent pas avec le reste du corps. La cavité thoracique est séparée de l'abdomen par le muscle diaphragme et les poumons n'adhèrent pas à leurs parois. Chez ces animaux les globules du sang sont circulaires, tandis que, chez tous les autres animaux vertébrés, ils sont elliptiques. Enfin, ils ont la peau garnie de poils et leurs membres antérieurs affectent presque toujours la forme de pattes ambulatoires ou préhensiles.

Dans la classification de Cuvier, les mammifères se divisent en neuf ordres, savoir : les *Bimanes*, les *Quadrumanes*, les *Carnassiers*, les *Marsupiaux*, les *Rongeurs*, les *Édentés*, les *Pachydermes*, les *Ruminants* et les *Cétacés;* mais dans cette méthode les *Monotrèmes* qui, suivant M. Geoffroy St.-Hilaire, devraient former une classe intermédiaire entre les mammifères et les oiseaux, sont confondus avec les autres édentés, et il serait plus naturel d'en former un ordre distinct. Dans la classification de M. de Blainville, ils sont réunis aux marsupiaux sous le nom commun de *Didelphes*, et dans les tableaux lithographiés du cours de zoologie de M. Milne Edwards par MM. Aufroy, Laurens, etc., ces animaux forment un ordre distinct. Cette modification légère de la méthode de Cuvier nous paraît avantageuse, et sera par conséquent adoptée dans ce résumé.

En suivant cette marche, on divise donc les mammifères en dix ordres, d'après la structure de leurs organes de génération, de locomotion, de préhension et de mastication. Voici le résumé des caractères propres à chacune de ces divisions.

ORDRES.

MAMMIFÈRES.

- **Monodelphes.** Matrice à une senle ouverture. Point d'os marsupiaux.
  - Deux paires de membres. Point de nageoires terminant la queue. Tête bien distincte du tronc.
    - *Onguiculés.* Les ongles ne couvrant ou n'enveloppant que l'extrémité des doigts.
      - Des mains c'est-à-dire, des pouces opposables aux autres doigts qui sont flexibles et alongés.
        - Point de pouce opposable aux membres abdominaux. — 1° **Bimanes.**
        - Pouce opposable aux membres abdominaux et aux membres thoraciques — 2° **Quadrumanes.**
      - Point de mains; doigts peu ou point flexibles, et pouce non opposable.
        - Trois ordres de dents, c'est-à-dire, des incisives, des canines et des molaires. — 3° **Carnassiers.**
        - Deux ordres de dents seulement.
          - Point de dents canines. — 4° **Rongeurs.**
          - Point de dents incisives. — 5° **Édentés.**
    - *Ongulés.* Ongles ayant la forme de sabot et enveloppant l'extrémité du pied.
      - Un seul estomac. — 6° **Pachydermes.**
      - Quatre estomacs. — 7° **Ruminants.**
  - Point de membres abdominaux. Queue épaisse et terminée par une nageoire horizontale. Tête à peine distincte du tronc. Forme générale semblable à celle des poissons. — 8° **Cétacés.**
- **Didelphes.** Matrice à deux ouvertures. Des os marsupiaux s'étendant du pubis vers le thorax entre les muscles de l'abdomen.
  - Point de cloaque. Presque toujours une poche servant à loger les petits, pendant l'alaitement, et remplissant les fonctions d'une seconde matrice. Pattes onguiculées. — 9° **Marsupiaux.**
  - Un cloaque dans lequel s'ouvrent les organes de la génération. Point de poche. Pattes onguiculées. — 10° **Monotrêmes.**

154. *A.* L'Ordre des Bimanes ne renferme qu'une seule espèce, l'*homme* dont nous décrirons l'organisation, les fonctions et les diverses races dans le second volume de cet ouvrage. (*V.* Anatomie et Physiologie, t. II, 2e *Examen.*)

155. *B.* L'Ordre des Quadrumanes renferme les *singes* et les *makis*. Ces animaux se rapprochent beaucoup de l'homme par leurs formes extérieures, et par leur structure intérieure. La disposition du cerveau, des yeux, des mamelles, des intestins, de la verge, etc., est à peu près la même que chez l'homme; mais leurs membres abdominaux (qui sont préhensiles) sont organisés d'une manière moins favorable à la station verticale. Ces animaux ne fournissent rien à la médecine, ni même à l'industrie.

156. *C.* L'Ordre des Carnassiers renferme un très grand nombre d'animaux qui vivent tous de matières animales, et cela d'autant plus exclusivement que leurs dents molaires sont plus tranchantes. Leur cerveau présente encore des sillons très prononcés, mais il n'a pas de troisième lobe, et ne recouvre pas le cervelet, comme dans les deux ordres précédents. Le crâne est très rétréci et les arcades zygomatiques écartées, afin de donner insertion aux muscles puissants de la mâchoire inférieure. Cet ordre se compose de trois familles naturelles : les chéiroptères, les insectivores et les carnivores.

Les *Chéiroptères* se distinguent par les appendices cutanés qui s'étendent de chaque côté du corps depuis le cou jusqu'aux pattes, ou même jusqu'à la queue, et qui, soutenus par les os alongés des membres thoraciques, forment de véritables ailes : ce sont les *chauve-souris* et les *galéopithèques* ou *chats-volants*.

Les *Insectivores*, de même que les carnivores,

*

n'ont aucune espèce d'aile, mais ils se distinguent de ces derniers par leurs dents molaires qui sont hérissées de pointes coniques. Cette famille se compose des *hérissons*, des *musaraignes*, des *taupes*, etc.

Les *Carnivores* se nourrissent plus spécialement de chair, et ont des dents molaires entièrement tranchantes ou mêlées seulement de parties à tubercules mousses et non hérissés de pointes coniques, comme chez les animaux de la famille précédente, qui vivent d'insectes. Cette division renferme un très grand nombre d'espèces, et se divise en trois tribus : les plantigrades, les digitigrades et les amphibies.

Les *Carnivores plantigrades* ont les pattes organisées pour la marche, et la plante entière de leurs pieds de derrière pose sur le sol lorsqu'ils se tiennent debout. Ils ont, en général, les mouvements lents et sont nocturnes comme les insectivores. Cette tribu renferme les *ours*, les *blaireaux*, les *gloutons*, etc.

Les *Carnivores digitigrades* diffèrent des plantigrades en ce qu'ils ne marchent que sur le bout des doigts, en relevant le tarse. On y distingue trois groupes : 1° les *vermiformes*, ainsi nommés à cause de la longueur de leurs corps (*martes*, *putois*, *loutres*, etc.); 2° les *chiens*, les *civettes*, etc.; 3° les *chats* et les *hyènes*.

Les genres *putois*, *marte* et *loutre* renferment un assez grand nombre d'animaux précieux par les belles fourrures qu'ils nous fournissent; tels sont le putois commun, le putois hermine, la marte commune, la marte zibeline, la loutre de mer, etc.

Le genre *chien* se compose non-seulement des chiens proprement dits, mais aussi des loups et des renards.

Les *civettes* diffèrent des chiens par leur système

dentaire, leur langue hérissée de papilles aiguës et rudes, et leurs ongles qui se redressent à moitié pendant la marche. L'animal qu'on désigne plus spécialement sous le nom de la civette, *viverra civetta*, Linn., est de couleur cendrée, irrégulièrement barrée et tachetée de noir; il habite les parties les plus chaudes de l'Afrique, et porte, entre l'anus et l'organe de la génération, une poche servant de réservoir à une humeur très odorante que l'on emploie en parfumerie.

Le genre *chat* renferme les tigres, les lions et tous les mammifères les plus cruels et les plus carnassiers.

Les *Carnivores amphibies* ont les pieds si courts et tellement enveloppés dans la peau, qu'ils ne peuvent, sur terre, leur servir qu'à ramper, mais ce sont d'excellentes rames; aussi ces animaux, dont le corps est alongé, passent-ils la plus grande partie de leur vie dans la mer. On les divise en deux grands genres, les *phoques* et les *morses*. Plusieurs espèces sont l'objet d'une pêche assez importante, à cause de la grande quantité d'huile qu'on en retire.

157. *D.* Dans l'ordre des Rongeurs le système dentaire est incomplet: les canines manquent, et les incisives (au nombre de deux à chaque machoire) sont séparées des molaires par un espace vide. Les incisives présentent aussi une disposition particulière; elles sont très développées, taillées en biseau à leur extrémité et propres seulement à ronger des matières dures telles que le bois et l'écorce. Dans cet ordre, le cerveau est presque lisse et sans circonvolutions; les yeux sont dirigés tout-à-fait de côté; les mâchoires faibles; les intestins très longs; et en général le train de derrière surpasse celui de devant, en sorte que ces animaux sautent plutôt qu'ils

ne marchent. On divise ce groupe en *écureuils*, *rats*, *castors*, *porcs-épics*, *lièvres*, etc.

Les *castors* fournissent une substance employée en médecine sous le nom de *castoréum*. Ces animaux se distinguent des autres rougeurs par leur queue aplatie horizontalement, de forme presque ovale et couvertes d'écailles. Ils sont d'assez grande taille et mènent une vie tout aquatique; ils se servent de leur queue et de leurs pattes pour nager, et ont les doigts des pieds postérieurs réunis par des membranes. Le castoréum est sécrété par de grosses poches glanduleuses qui aboutissent au prépuce. L'espèce la plus célèbre est le castor du Canada qui surpasse le blaireau pour la taille, et qui est, de tous les quadrupèdes, celui qui met le plus d'industrie dans la fabrication de sa demeure, à laquelle il travaille en société dans les lieux les plus solitaires du nord de l'Amérique. Ces animaux choisissent des eaux assez profondes pour ne pas geler jusqu'au fond, et autant qu'ils le peuvent des eaux courantes, parce qu'en coupant des bois au-dessus, le courant les amène où ils veulent; ils soutiennent l'eau à une égale hauteur par des digues de toutes sortes de branches mêlées de pierres et de limon, qu'ils renforcent tous les ans et qui finissent par végéter et se transformer en de véritables haies. Deux ou trois familles habitent la même hute qui a toujours deux étages et qui est faite de branches entrelacées et garnies de limon. Ces bâtiments ne leur servent que pendant l'hiver; en été ils s'éparpillent et vivent isolément. Les castors sont l'objet d'une chasse active qui se fait pendant l'hiver; leur fourrure est très recherchée pour la chapellerie, et le castoréum est d'un prix très élevé. Chaque année on en exporte de l'Amérique de cent cinquante à deux cent mille peaux.

Il paraît que les castors ou *bièvres* qui vivent dans

des terriers le long du Rhône, du Danube et d'autres rivières de l'Europe, appartiennent à la même espèce que le castor du Canada : on croit que c'est le voisinage des hommes qui les empêche de bâtir.

158. *E.* L'ORDRE DES ÉDENTÉS renferme les monodelphes onguiculés, dont le devant des mâchoires est dépourvu de dents. Ils ont de gros ongles qui embrassent l'extrémité des doigts et se rapprochent plus ou moins de la nature des sabots ; leurs mouvements sont lents, et en général ils ont des formes bizarres. Ces animaux forment deux familles naturelles : les *tardigrades* et les *édentés ordinaires* ; les premiers, que l'on connaît aussi sous le nom de *paresseux*, ont la face courte et les membres disposés de manière à rendre les mouvements très difficiles. Les édentés ordinaires ont le museau pointu ; plusieurs d'entre eux sont remarquables par les espèces d'écailles qui recouvrent leur corps ; tels sont les *tatous* et les *pangolins*.

Dans la méthode de Cuvier, cet ordre renferme aussi les monotrêmes qui en effet sont des onguiculés n'ayant pas de dents sur le devant de la bouche.

159. *F.* L'ORDRE DES PACHYDERMES, de même que celui des ruminants, se compose d'animaux à sabots, dont les pieds ne servent plus à la préhension comme chez beaucoup d'onguiculés, et ne sont propres qu'à la locomotion; aussi n'ont-ils point de clavicules, et leurs avant-bras restent-ils toujours dans l'état de pronation: cette organisation en fait des animaux essentiellement herbivores. Les pachydermes se distinguent des autres mammifères à sabots, en ce que leur estomac est simple, et qu'ils ne ruminent pas. Ils forment trois familles ; les proboscidiens, les pachydermes ordinaires, et les solipèdes.

Les *Proboscidiens* sont des pachydermes à trompe et à défense. On ne connaît dans la nature qu'un

seul genre ayant ces caractères, c'est celui des *éléphants*; mais on trouve enfouis dans la terre les ossements fossiles d'un autre genre de proboscidiens, que les zoologistes désignent sous le nom de *mastodontes*.

Les *Pachydermes ordinaires* ont quatre, trois ou deux doigts à leurs pieds; tandis que dans la famille précédente il y en a cinq, et que chez les solipèdes il n'y en a qu'un seul qui soit apparent. On y range les hippopotames, les cochons, les rhinocéros, les tapirs, et divers animaux dont on a retrouvé les ossements fossiles dans le terrain des environs de Paris (*anoplotherium*, *palæotherium*, etc.)

Enfin, les *Solipèdes*, dont l'extrémité du pied est enveloppée d'un sabot unique, ne constituent qu'un genre qui est celui des chevaux. Les principales espèces sont le cheval proprement dit, l'âne et le zèbre.

L'âne fournit du lait qui est très employé en médecine. Cet animal est originaire des grands déserts de l'intérieur de l'Asie. Il peut vivre jusqu'à trente ans; mais il atteint rarement cet âge à cause des mauvais traitements qu'on lui fait subir. La durée de sa géstation est de onze mois, et l'époque de l'année que l'on choisit ordinairement pour la monte, est mai et juin, afin que les petits puissent naître au printemps.

160. *G*. L'ORDRE DES RUMINANTS est peut-être le groupe le plus naturel et le mieux déterminé de la classe des mammifères, car tous les animaux qui le composent ont l'air d'être construits presque sur le même modèle. Ils n'ont de dents incisives qu'à la mâchoire inférieure (presque toujours huit), et les molaires sont presque toujours au nombre de six à chaque mâchoire et de chaque côté. Les quatre pieds sont terminés par deux doigts et par deux

sabots, qui ont l'apparence d'un sabot unique qui aurait été fendu (d'où vient le nom de *pieds fourchus* qu'on a donné à ces animaux). Leur estomac se compose de quatre cavités, savoir : la panse, le bonnet, le feuillet et la caillette ; enfin leurs intestins sont fort longs. Les ruminants sont, de tous les animaux, ceux dont l'homme tire le plus de parti ; ce sont eux qui lui fournissent presque toute la chair dont il se nourrit ; plusieurs lui servent de bêtes de somme ; enfin, d'autres lui sont utiles par leur lait, leur suif, leur cuir, leurs cornes, etc. On les divise de la manière suivante :

A. Ruminants sans cornes.

a. Dix-huit à vingt molaires seulement ; des canines aux deux mâchoires. *Chameaux*.

aa. Vingt-quatre molaires ; des canines à la mâchoire supérieure. *Chevrotains*.

AA. Ruminants à cornes ; le mâle au moins ayant sur la tête deux proéminences plus ou moins longues des os frontaux.

* Cornes caduques purement osseuses et appelées bois. *Cerfs*.

** Cornes enveloppées d'une peau velue, semblable à celle du reste de la tête ; non caduques. *Giraffes*.

A. Cornes creuses, c'est-à-dire recouvertes d'une espèce d'étui de substance élastique, composée comme de poils agglutinés.

A. Substance du noyau des cornes compacte, sans pores ni cellules. *Antilopes*.

AA. Substance du noyau des cornes occupée, en grande partie, par des cellules qui communiquent avec les sinus frontaux.

x. Cornes dirigées en haut et en arrière. *Chèvres.*

xx. Cornes dirigées en arrière et revenant plus ou moins en avant en spirale. *Moutons.*

xxx. Cornes dirigées de côté et revenant vers le haut ou en avant, en forme de croissant. *Bœufs.*

Les chevrotains sont des animaux charmants par leur grace et leur légèreté. L'espèce la plus célèbre est le *chevrotain musc*, qui nous fournit la substance appelée *musc*, et employée comme médicament et comme parfum. C'est un animal de la taille d'un chevreuil, presque sans queue, et tout couvert d'un poil gros et cassant, qui ressemble à des épines. Il habite la région montagneuse qui s'étend entre la Sibérie, la Chine et le Thibet; c'est au Thibet et au Tunquin qu'il donne le meilleur musc. Cette substance se trouve dans une poche située au devant du prépuce du mâle : elle devient le plus odorante à l'époque du rut ; et chez les individus qui habitent le Nord, elle est presque inodore.

Les *cerfs* sont des ruminants dont la tête est armée de bois ; mais, si l'on en excepte les rennes, les femelles en sont toujours dépourvues. Ces cornes sont formées par des prolongements des os frontaux qui, pendant un certain temps, sont couverts d'une peau velue comme le reste de la tête, et qui ont à leur base un anneau de tubercules osseux, lequel, en grossissant, comprime et oblitère les vaisseaux nourriciers de cette peau; elle se dessèche alors et est enlevée, et la protubérance osseuse mise à nu se sépare au bout de quelque temps du crâne et tombe, pour être remplacée bientôt par une autre. Le cerf commun habite les forêts de toute l'Europe et l'Asie

tempérée. Le bois du mâle est rond et vient la seconde année, et il prend à sa face interne plus de branches ou *andouillers* à mesure qu'il avance en âge; il tombe au printemps et revient pendant l'été.

Les *chèvres* ont généralement le menton garni d'une longue barbe et le chanfrein presque toujours concave. Toutes les variétés de nos chèvres domestiques paraissent descendre de l'*œgagre* ou chèvre sauvage, qui vit en troupes sur les montagnes de la Perse. Le bézoard oriental est une concrétion que l'on trouve dans ses intestins. La chèvre peut porter à sept mois; la gestation en dure cinq, et la portée ordinaire est de deux petits.

Les *moutons* méritent à peine d'être séparés génériquement des chèvres: ils ont avec elles la plus grande analogie, et ils peuvent même produire avec elles des métis féconds. On regarde le *mouflon* d'Afrique et l'*argali* de Sibérie comme étant les souches des races innombrables de nos bêtes à laine. La brebis peut porter à un an, et produit jusqu'à l'âge de dix ou douze ans; la gestation est de cinq mois; le bélier est pubère à dix-huit mois et suffit à trente brebis.

Le *bœuf ordinaire* paraît descendre d'une espèce qui vivait jadis à l'état sauvage dans nos contrées (l'*urus* des anciens); on en trouve des crânes fossiles. L'*aurochs* qui se trouve encore aujourd'hui dans les forêts marécageuses de la Lithuanie et du Caucase, est une espèce distincte; il en est de même du buffle, etc. Les génisses deviennent pubères à dix-huit mois; mais leur accroissement dure deux ans, et ce n'est guère qu'à cet âge qu'il convient de les faire monter. Le taureau est également apte à reproduire à deux ans, et un de ces animaux suffit pour vingt vaches; la durée de la gestation est de neuf mois. La sécrétion du lait dure depuis la mise

bas, jusqu'à ce que la vache soit prête à mettre bas une seconde fois ; c'est dans le premier mois après le vêlement que le lait est le plus abondant ; mais ce n'est que six ou huit mois après, qu'il est le plus chargé de beurre. L'abondance de la sécrétion varie suivant les races, la nourriture, le climat, etc. En France, les vaches donnent, en général, environ six pintes ou dix-huit livres de lait par jour ; mais les vaches de la Frise en donnent jusqu'à quatorze pintes ou quarante-huit livres.

161. *H.* L'ordre des Cétacés se compose de mammifères sans pieds de devant, et dont la forme ne diffère qu'à peine de celle des poissons. Leur cou est si court et si gros, qu'on ne le distingue pas, et la tête se confond avec le corps. Les membres thoraciques ont la forme de nageoires. Ces animaux vivent dans la mer, mais leur respiration aérienne les force de venir souvent à la surface pour y prendre de l'air. De même que les autres animaux de cette classe, ils sont vivipares, et sont pourvus de mamelles au moyen desquelles ils allaitent leurs petits. Ils forment deux familles : les cétacés herbivores et les cétacés ordinaires.

Les *cétacés herbivores* sont les *lamentins*, nommés aussi vaches marines, etc., les *dugongs* et les *stellères*. Les *cétacés ordinaires* ont reçu aussi le nom de *souffleurs*, à cause d'un appareil singulier à l'aide duquel ils lancent, à travers les narines, l'eau qu'ils engloutissent avec leur proie, dans leur immense bouche. Les uns ont la tête en proportion avec le reste du corps : ce sont les dauphins et les nervals ; les autres ont la tête si grosse, qu'elle fait, à elle seule, le tiers ou la moitié de la longueur du corps : ce sont les cachalots et les baleines.

Les *cachalots* fournissent la substance grasse connue sous le nom de blanc de baleine ou de *sperma-*

ceti, et l'ambre paraît être une concrétion qui se forme dans leurs intestins. Ces animaux diffèrent des baleines en ce que leur mâchoire inférieure est armée de dents, et que leur mâchoire supérieure, qui en manque ou n'en a que de très petites, est dépourvue de fanons. La partie supérieure de leur tête ne consiste guère qu'en de grandes cavités, recouvertes et séparées par des cartilages, et remplies de spermaceti; des canaux remplis de cette substance naissent de ces cavités et se distribuent dans plusieurs parties du corps. L'espèce de cachalot la plus commune est le *cachalot macrocéphale*; elle est répandue dans beaucoup de mers, mais on en fait principalement la pèche dans l'Océan pacifique.

Les *baleines* portent, de chaque côté de leur mâchoire supérieure, une série de lames transversales, minces et serrées, appelées *fanons*, et servant à retenir les petits animaux dont ces énormes cétacés se nourrissent. La baleine franche est l'objet d'une pêche importante, à cause de la quantité énorme d'huile et de fanons qu'elle fournit. Sa longueur n'excède guère soixante-dix pieds, et c'est dans les mers glaciales du Nord qu'on la rencontre. Les baleines à ventre plissé, ou *rorquals*, sont quelquefois beaucoup plus grandes, mais ne donnent que peu de graisse.

162. *I.* L'ordre des Marsupiaux se compose de mammifères remarquables par la production prématurée de leurs petits, qui naissent dans un état de développement à peine comparable à celui auquel des fœtus ordinaires parviennent quelques jours après la conception; mais ces petits se greffent, pour ainsi dire, à la mamelle de leur mère, et y restent fixés pendant un temps plus ou moins long; aussi la peau de l'abdomen forme-t-elle presque toujours une poche autour de ces mamelles, et ces petits si

imparfaits y sont renfermés comme dans une seconde matrice. Deux os particuliers, attachés au pubis et interposés dans les muscles de l'abdomen, servent à donner appui à cette poche. La matrice n'est point ouverte par un seul orifice dans le fond du vagin, comme chez tous les mammifères monodelphes, mais elle communique avec ce canal par deux tubes latéraux; et il paraît que la naissance prématurée des petits, tient à cette organisation singulière. Les principaux genres de marsupiaux sont les *sarigues*, les *phalangers* et les *kanguroos*.

163. *K.* L'ORDRE DES MONOTRÈMES est ainsi nommé, parce que les animaux dont il se compose n'ont qu'une seule ouverture extérieure pour le sperme, l'urine et les autres excréments. Ils n'ont pas de poche, comme les marsupiaux, mais ils portent sur le pubis les mêmes os surnuméraires, et ils n'ont, pour toute matrice, que deux canaux ou trompes qui s'ouvrent séparément dans l'urètre et chacune par un double orifice. Enfin, on n'est pas encore unanime sur l'existence de leurs mamelles, et, suivant quelques auteurs, ils pondent des œufs. Si ce fait se vérifie, il faudra séparer les monotrèmes des mammifères, et en former une classe intermédiaire entre ces animaux et les oiseaux : c'est l'opinion de M. Geoffroy Saint-Hilaire.

Les monotrèmes ne se trouvent qu'à la Nouvelle-Hollande; ils forment deux genres : les *échidnés* et les *ornithorinques*.

OISEAUX.

164. Les oiseaux, de même que les reptiles et les poissons, diffèrent essentiellement des mammifères par leur mode de génération : ici, le petit ne se fixe pas aux parois de l'utérus ou de l'oviducte, mais en

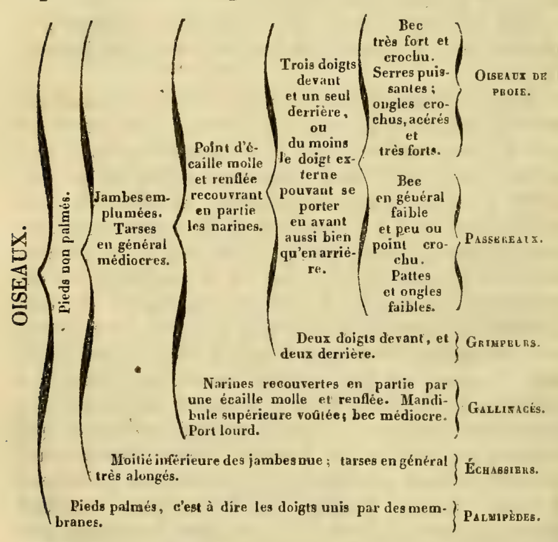
reste séparé par la plus extérieure de ses enveloppes ; aussi sa nourriture est-elle préparée d'avance, et renfermée dans un sac qui tient à son canal intestinal (*vitellus* ou *jaune de l'œuf*). Le cerveau des vertébrés ovipares n'a que des hémisphères très minces qui ne sont pas réunis par un corps calleux ; il n'y a point de pont de Varole ; la structure de l'oreille est également moins compliquée que chez les mammifères, et la mâchoire inférieure s'attache à un os saillant qui est séparé du rocher (*os carré*, l'analogue du cadre du tympan).

Les Oiseaux sont des vertébrés ovipares, à circulation et à respiration doubles, et organisés pour le vol.

Leur respiration est aérienne, et leurs poumons, non divisés et fixés contre les côtes, sont enveloppés d'une membrane percée de grands trous et qui laisse passer l'air dans plusieurs cavités de la poitrine, du bas-ventre, des aisselles, et même de l'intérieur des os. La circulation se fait comme chez les mammifères, mais les globules du sang, au lieu d'être circulaires, sont elliptiques, et la température du corps est plus élevée. L'estomac se compose de trois poches : le *jabot*, le *ventricule succenturié* et le *gésier*, dont les parois sont d'autant plus musculaires, que l'animal vit plus exclusivement de grains. Le rectum, les organes de la génération et les uretères aboutissent dans une poche appelée *cloaque*, qui s'ouvre au dehors par l'anus. L'urine des oiseaux se mêle à leurs excréments et se compose principalement d'acide urique. La fécondation s'opère avant la ponte de l'œuf, et c'est dans l'oviducte que se forme le blanc et la coquille. Le petit se développe par l'effet de l'incubation, à moins que la chaleur du climat ne suffise, comme cela a lieu pour les œufs d'autruches. Le corps des oiseaux est couvert de plu-

mes qui tombent deux fois par an. Les ailes sont soutenues par l'humérus, l'avant-bras et la main qui est alongée, et montre un doigt et les vestiges de deux autres. Les pieds ont, en général, quatre doigts, dont trois dirigés en avant et un en arrière. Enfin, la voix de ces animaux se produit à la partie inférieure de la trachée, dans un organe particulier appelé *larynx inférieur*.

Les oiseaux se divisent en six ordres, d'après la disposition de leurs pieds et de leur bec.



165. Les OISEAUX DE PROIE forment deux familles naturelles, les *diurnes* et les *nocturnes*. Les premiers sont remarquables par la puissance de leur vol et par l'instinct carnassier porté au plus haut degré;

on y range les *vautours*, les *griffons* et les *faucons*, parmi lesquels les naturalistes placent les *faucons* proprement dits, les *aigles*, les *milans*, etc. Les oiseaux de proie nocturnes ont le plumage mou, les yeux dirigés en avant et la pupille si dilatée qu'ils ne peuvent voir à une lumière un peu forte; ils ne forment qu'un seul genre, comprenant les *hiboux*, les *chouettes*, les *ducs*, etc.

166. L'ORDRE DES PASSEREAUX est extrêmement nombreux et ne se distingue guère que par des caractères négatifs. Les oiseaux dont ce genre se compose sont insectivores, frugivores ou granivores; un grand nombre d'entre eux sont voyageurs, et plusieurs sont remarquables par leur chant. On les divise en cinq familles; les *dentirostres* (pies-grièches, gobe-mouches, merles, becs-fins, etc. : ce dernier genre comprend les fauvettes, les rossignols, etc.); les *fissirostres* (hirondelles et engoulevents); les *conirostres* (alouettes, moineaux, corbeaux, oiseaux de paradis, etc.); les *ténuirostres* (colibris ou oiseaux-mouches, grimpereaux, etc.); et les *syndactyles* (martins-pêcheurs, calaos, etc.).

167. Les GRIMPEURS ont reçu ce nom à cause de la facilité avec laquelle la plupart de ces oiseaux grimpent aux arbres pour y chercher les insectes ou les fruits dont ils se nourrissent. Cet ordre ne se compose que d'une seule famille, renfermant les genres pic, perroquet, etc.

168. L'ORDRE DES GALLINACÉS a pour type le coq domestique, et fournit la plupart de nos oiseaux de basse-cour. Ils ont, en général, les ailes courtes et le sternum profondément échancré, circonstance qui en affaiblissant les muscles pectoraux, rend leur vol difficile. Leur queue a le plus souvent quatorze et quelquefois jusqu'à dix-huit grosses plu-

mes appelées *pennes*, tandis que dans les autres ordres, leur nombre ordinaire n'est que de douze. Ils sont, en général, granivores; leur jabot est très large et leur gésier fort et vigoureux. Chaque mâle a ordinairement plusieurs femelles, et ne se mêle point du nid, ni du soin des petits qui sont en général nombreux, et qui, le plus souvent, sont en état de courir au sortir de l'œuf. Presque tous pondent et couvent leurs œufs à terre. Les principaux genres de cet ordre sont les *alectors*, les *paons*, les *dindons*, les *pintades*, les *faisans* (que l'on distingue en faisans proprement dits, coqs, etc.); les *tétras* (coqs de bruyère, perdrix, cailles, etc.), et les *pigeons*.

Le *coq domestique* si utile comme aliment et par les œufs que sa femelle nous fournit, paraît être originaire des montagnes de l'Indostan où on le trouve encore aujourd'hui à l'état sauvage.

169. Les Échassiers, ou oiseaux de rivage, vivent sur le bord des eaux. En général, ceux qui ont le bec fort, se nourrissent de poissons ou de reptiles; ceux qui l'ont faible, de vers et d'insectes. La plupart ont les ailes longues et volent très bien. Ils forment cinq familles principales; savoir : les *brévipennes* (autruches et casoars); les *pressirostres* (outardes, pluviers, vanneaux, etc.); les *cultrirostres* (grues, hérons, cicognes; etc.); les *longirostres* (ibis, bécasses, etc.); les *macrodactyles* (râles, poules d'eau, etc.) On y range aussi les flamants et quelques autres oiseaux.

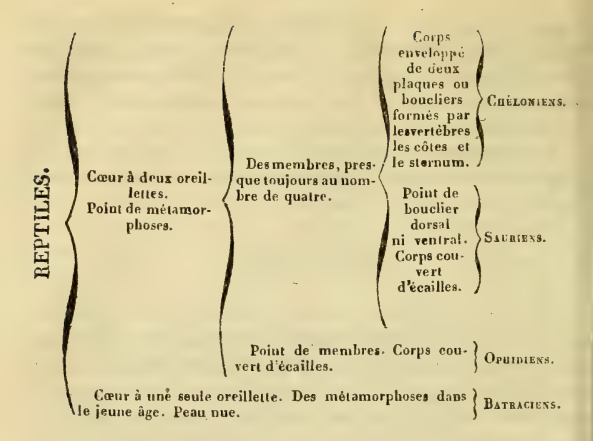
170. Les Palmipèdes sont des oiseaux essentiellement nageurs; leurs jambes sont courtes et implantées à l'arrière du corps; leur plumage est serré et lustré, et leur cou est en général très long. Ils forment quatre familles, savoir : les *plongeurs* ou *brachyptères* (plongeons, pingouins et manchots); les *longipennes* ou *grands voiliers* (pétrels, alba-

tros, goélands ou mouettes, hirondelles de mer, etc.); les *tortipalmes* (pélicans, etc.), et les *lamellirostres* (genre canard, comprenant les cignes, les oies et les canards proprement dits; genre harle).

La matière connue sous le nom d'*édredon*, est le duvet d'une espèce de canard appelé *eider*, qui habite le nord de l'Europe.

REPTILES.

171. Les reptiles sont des animaux à respiration aérienne, comme les mammifères et les oiseaux, et qui se reproduisent au moyen d'œufs comme ces derniers; mais leur circulation est incomplète et leur température suit celle du milieu ambiant; aussi les appelle-t-on (comme les poissons, etc.) des *animaux à sang froid*. Le cœur ne présente qu'un seul ventricule, et à chaque contraction il n'envoie dans le poumon qu'une portion du sang qu'il a reçu des diverses parties du corps; le reste du sang veineux se mêle au sang artériel et retourne aux organes sans avoir traversé le poumon. Les globules du sang sont elliptiques comme chez les oiseaux, et les poumons sont composés de cellules peu nombreuses, dont la cavité ne communique pas avec le reste du corps. Aucun reptile ne couve ses œufs; quelquefois ils ne sont fécondés qu'après la ponte, et d'autres fois ils éclosent dans le corps de la femelle. Ces animaux ont la peau écailleuse ou nue et l'encéphale peu développé. On les divise en quatre ordres.



Dans la méthode de M. de Blainville, les batraciens forment un ordre distinct de celui qui renferme les autres reptiles; en effet, leur organisation est très différente, et cette modification dans la classification des animaux vertébrés nous paraît mériter d'être adoptée.

172. Les Chéloniens ou Tortues se distinguent au premier coup d'œil par le double bouclier dans lequel leur corps est enveloppé, et qui ne laisse passer que leur tête, leur cou, leurs pieds et leur queue; le bouclier dorsal se nomme *carapace*, et l'inférieur *plastron*. Il résulte de cette disposition une anomalie singulière dans les rapports des os et des muscles de l'épaule avec les côtes et le sternum : au lieu d'être situés du côté externe de ces os, ils se fixent à leur face interne et sont renfermés dans la cavité thoracique avec le cœur et les poumons. Cette cavité étant en général immobile, c'est par une espèce de déglutition que les tortues font pénétrer l'air dans

leurs poumons qui sont fort étendus. Ces animaux n'ont pas de dents, mais leurs mâchoires sont en général revêtues de lames cornées, comme celles des oiseaux; le mâle a une verge simple et très grande, et la femelle produit des œufs revêtus d'une coque dure. Enfin ils sont tous très vivaces, et ils peuvent passer des mois et même des années entières sans manger.

On les divise en cinq groupes, savoir : les tortues de terre, les tortues d'eau douce, les tortues de mer, les tortues à gueule, et les tortues molles.

Les *tortues d'eau douce* ont, de même que les tortues de terre, les jambes comme tronquées, à doigts fort courts et unis par des membranes : on leur en compte cinq aux pieds de devant et quatre aux pieds de derrière; leur carapace est assez bombée et soudée au plastron par la plus grande partie de ses bords latéraux.

L'espèce la plus répandue est la *tortue d'eau douce d'Europe* qui se trouve dans tout le midi et l'orient de l'Europe. Sa carapace est ovale, peu convexe, noirâtre et toute semée de points jaunâtres, disposés en rayons. Elle atteint jusqu'à dix pouces de long; elle se nourrit d'insectes, de limaçons, de petits poissons, etc. On mange sa chair, et on en élève pour cela avec du pain, de jeunes herbes, etc.

Les *tortues de mer* ont les pieds aplatis en forme de nageoires. La tortue franche, qui atteint jusqu'à six ou sept pieds de long et jusqu'à sept et huit cents livres de poids, se trouve dans les mers des pays chauds, près de l'embouchure des fleuves. Sa chair et ses œufs sont très recherchés comme aliment. Le *caret* qui appartient au même groupe est précieux à cause de la belle écaille qu'il fournit. On le trouve également dans les mers des pays tropicaux.

173. Les SAURIENS (c'est-à-dire animaux ana-

logues aux lézards) ont les côtes mobiles, en partie attachées au sternum et pouvant se soulever ou s'abaisser pour la respiration; leurs poumons sont grands et pénètrent souvent fort avant dans le bas-ventre. Leur bouche est toujours armée de dents, et leurs doigts portent presque toujours des ongles. Tous ont une queue plus ou moins longue et généralement fort épaisse à sa base; le plus grand nombre a quatre jambes; quelques-uns seulement n'en ont que deux. Enfin leurs œufs ont une enveloppe plus ou moins dure; et le mâle a tantôt deux verges, tantôt une seule.

On les divise en six familles, savoir: les crocodiliens, les lacertiens, les iguaniens, les geckosiens, les caméléoniens et les scinkoïdiens.

La première de ces familles renferme les *crocodiles*, les *caïmans* et les *gavials*. La famille des *lacertiens* se compose des monitors et des lézards. Dans la famille des *iguaniens* on range les stellions, les agames, les dragons, les iguanes, etc. Celle des *geckosiens* ne se compose que d'un seul genre celui des geckos; celle des *caméléoniens*, du genre caméléon. Enfin dans la famille des *scinkoïdiens*, on place les scinques, les seps, les bipèdes, les bimanes, etc.

Jadis on attribuait des vertus médicinales très grandes à une espèce de scinque qui se trouve dans le Levant, et qu'on appelle *scinque des pharmacies*.

174. Les Ophidiens ou Serpents sont dépourvus de pieds; leur corps est très alongé et se meut au moyen des replis qu'il fait sur le sol; l'extrémité sternale des côtes est libre, et il existe une paire de ces os pour chaque vertèbre, dont le nombre est en général très considérable. L'un des poumons est rudimentaire, et celui de l'autre côté très développé.

On les divise en trois familles: les anguis, les serpents proprement dits, et les serpents nus.

Les *anguis* ont beaucoup de rapports avec les sauriens du genre seps ; ce sont les orvets, etc.

Les *serpents proprement dits* n'ont ni sternum ni tige d'épaule ; ils manquent de paupières et de tympan ; plusieurs ont encore sous la peau un vestige de membre postérieur qui se montre quelquefois au dehors en forme de petit crochet. Un grand nombre de ces serpents ne sont pas venimeux : les boa et les couleuvres sont dans ce cas; mais d'autres, comme les crotales ou serpents à sonnettes et les vipères, sont pourvus d'un appareil particulier, destiné à sécréter du venin, et à l'introduire dans la plaie produite par leur morsure.

Les serpents venimeux portent, de chaque côté de la tête et au-dessous de l'œil, une glande qui sécrète ce venin et qui verse ce liquide dans un canal pratiqué dans des crochets mobiles situés de chaque côté de la mâchoire supérieure. Ces crochets sont de grandes dents isolées, percées d'un petit canal et qui s'insèrent à l'os maxillaire, lequel est très mobile; aussi quand le serpent ne veut pas s'en servir, peut-il les cacher dans un repli de la gencive et les relever à volonté ; enfin derrière chacun de ces crochets à venin, il existe plusieurs germes destinés à remplacer ces dents, si elles venaient à se casser dans une plaie. Tous ces animaux font des petits vivants, parce que leurs œufs éclosent avant d'avoir été pondus ; c'est même de là que vient le nom de vipère (*vivipares*). Leur tête est large en arrière, leurs mâchoires très dilatables, leur langue très extensible, et leur aspect féroce. Toutes choses égales d'ailleurs, la morsure de ces serpents paraît être d'autant plus dangereuse que la contrée et la saison sont plus chaudes.

Les crotales ou serpents à sonnettes sont célèbres par l'énergie de leur venin et par l'instrument bruyant qu'ils portent au bout de la queue, et qui est

formé de plusieurs cornets écailleux emboîtés lâchement les uns dans les autres, de façon à être mobiles et à résonner quand l'animal remue la queue. Ces serpents sont propres à l'Amérique.

Le genre vipère renferme un grand nombre d'espèces répandues sur diverses parties du globe : *la vipère commune* que l'on nomme quelquefois *aspic* dans nos maisons, habite l'Europe et notamment la forêt de Fontainebleau, etc. Elle est brune et présente une double rangée de taches transversales sur le dos et une rangée de taches noirâtres, plus ou moins distinctes à chaque flanc; sa tête est couverte de petites écailles granulées, tandis que celle de toutes les couleuvres de nos environs ont la tête couverte de larges plaques.

Le *huje* ou aspic d'Égypte est une grande espèce de vipère qui présente un phénomène singulier : lorsqu'on lui presse le museau avec le doigt, il tombe dans une espèce de catalepsie qui le rend raide et immobile; les jongleurs du pays tirent parti de la connaissance de ce fait, et il est probable que c'est de cet animal dont il est question dans l'histoire de Moïse.

Les *serpents nus* ont de l'analogie avec les batraciens; ils ne forment qu'un genre, celui des *cœcilies*.

175. Les Batraciens diffèrent beaucoup des autres reptiles, car leur cœur ne se compose que d'une seule oreillette et d'un seul ventricule; et pendant les premiers temps de la vie, lorsqu'ils sont à l'état de *têtards*, ils ressemblent complétement à des poissons. A l'âge adulte, ils respirent l'air atmosphérique, et ils ont tous deux poumons égaux; mais pendant le jeune âge ils respirent l'air qui est dissous dans l'eau, et ils sont pourvus de branchies : la plupart perdent ces or-

ganes lorsqu'ils arrivent à l'état parfait; mais il en est qui les conservent pendant toute la vie (*sirènes*, *protées*).

Ces animaux ont tous la peau nue, et presque tous manquent d'ongles; les œufs ne sont enveloppés que d'une membrane molle; et dans plusieurs espèces, le mâle ne les féconde qu'après la ponte.

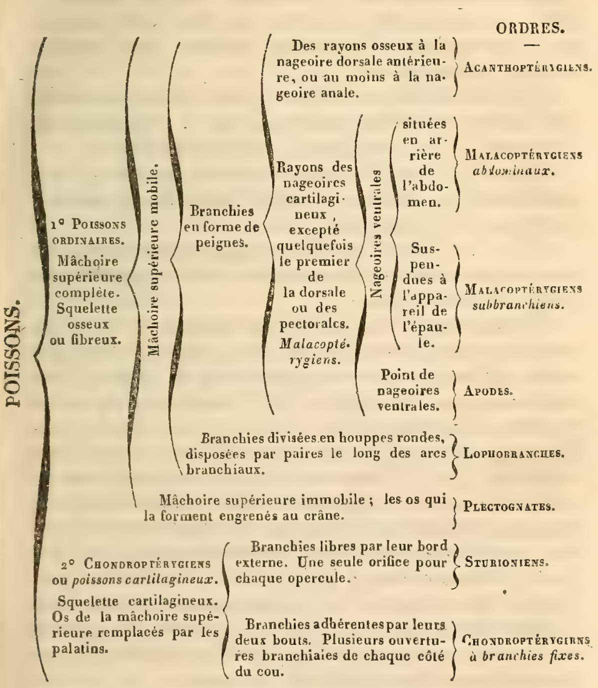
Les uns n'ont pas de queue à l'état adulte et changent complétement de forme pendant le jeune âge (*grenouilles*, *reinettes*, *crapauds*, etc). Les autres portent pendant toute la vie une longue queue, et ont, à peu près, la forme des lézards (*salamandres*, *sirènes*, etc.). Dans leur état imparfait, ils portent le nom de *têtards*.

POISSONS.

176. La classe des poissons se compose des vertébrés ovipares, dont la respiration s'opère uniquement par l'intermédiaire de l'eau. Leurs *branchies* sont placées des deux côtés du cou et ne sont séparées de la cavité de la bouche que par les branches de l'os hyoïde auxquelles elles se fixent; chacune d'elles se compose d'un grand nombre de lames placées à la file, et recouvertes d'un tissu d'innombrables vaisseaux sanguins. L'eau que le poisson avale passe entre ces lames et s'échappe au dehors par deux ouvertures nommées *ouïes*. Le sang est envoyé du ventricule du cœur aux branchies; après avoir subi l'influence de la respiration, il passe dans le tronc artériel situé sous l'épine du dos, se répand dans toutes les parties du corps et revient à l'oreillette du cœur par le système veineux. La bouche de ces animaux est en général armée de dents, et il peut en exister sur presque tous les os qui concourent à former cette cavité (maxil-

laire, inter-maxillaire, vomer, palatins, arcs branchiaux, etc). La disposition du canal digestif varie; en général, le pancréas est remplacé par des cœcums ou par un tissu particulier appliqué sur l'intestin; les reins sont fixés sur les côtés de la colonne vertébrale, et la vessie s'ouvre devant l'anus et l'orifice de la génération; ce qui est l'inverse des mammifères. Les testicules sont deux énormes glandes appelées communément *laites*. Quelques poissons sont ovo-vivipares comme les vipères; mais chez la plupart il n'y a même pas d'accouplement, et le mâle féconde les œufs après leur ponte. Enfin la structure totale du poisson est évidemment disposée pour la natation. Plusieurs espèces sont pourvues d'un sac rempli d'air (*vessie natatoire*), et tous ont des nageoires (que l'on distingue en *nageoires pectorales* qui sont les analogues des membres thoraciques, en *nageoires ventrales* qui correspondent aux membres abdominaux, en *nageoires anales*, en *nageoires caudales* et en *nageoires dorsales* d'après leur position), et leur corps se termine par une queue épaisse.

Les poissons forment deux séries distinctes, que l'on subdivise en ordres, de la manière suivante :



177. *A*. L'ordre des Acanthoptérygiens est excessivement nombreux ; on y distingue 14 familles, dont les principales sont les *percoïdes* (perches, bars, vives, mulles, etc.), les *joues cuirassées* (trigles, etc.), les *sparoïdes* (dorades, etc.), les *scombéroïdes* (maquereaux, thons, etc., etc.)

*

178. *B.* L'ordre des Malacoptérygiens abdominaux se compose des *cyprinoïdes* (carpes, ables, loches, etc.), des *ésoces* (brochets, etc.), des *siluroïdes*, des *salmones* (saumons, truites, etc.), et des *clupes* (harengs, etc.).

179. *C.* Les Malacoptérygiens subbranchiens se divisent en *gadoïdes* (morues, etc.), *pleuronectes* (turbots, plies, soles, etc.), et en *discoboles*.

180. *D.* L'ordre des Apodes ne forme qu'une seule famille, celle des *apodes* (anguilles gymnotes ou anguilles électriques, etc.).

181. *E.* L'ordre des Sturioniens ne se compose aussi que d'une seule famille, dans laquelle on range les *esturgeons*.

L'*ichthyocolle* ou colle de poisson se prépare avec la vessie natatoire de ces poissons cartilagineux, qui remontent en abondance de la mer dans certaines grandes rivières, et y donnent lieu à des pêches importantes. Les esturgeons ont à peu près la forme des squales ou chiens de mer; mais leur corps est garni d'écussons osseux implantés sur la peau en rangées longitudinales. Le grand esturgeon atteint souvent 12 à 15 pieds de longueur et plus de 1200 livres en poids; l'esturgeon ordinaire a 6 ou 7 pieds de long; il fréquente, de même que l'espèce précédente, les rivières qui se jettent dans la Mer Noire et dans la Mer Caspienne; le grand esturgeon remonte aussi quelquefois dans le Pô, et fournit la meilleure colle de poisson.

182. *F.* Enfin les Chondroptérygiens a branchies fixes, se divisent en deux familles, les *sélaciens* (raies et squales ou chiens de mer), et les *suceurs* (lamproies).

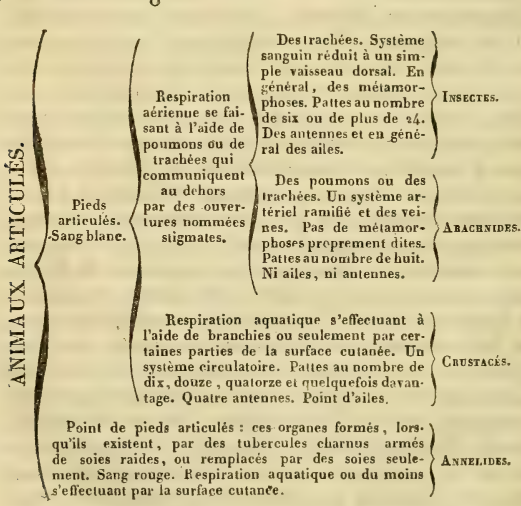
ANIMAUX ARTICULÉS.

183. Cette grande division du règne animal se compose d'êtres qui n'ont ni vertèbres ni squelette intérieur, mais dont le corps est renfermé en entier dans un système d'anneaux plus ou moins durs et articulés entre eux. Ces anneaux ne sont autre chose que des portions de la peau, encroûtés de matière cornée ou calcaire, ou simplement épaissie; mais néanmoins ils remplissent les mêmes fonctions que les os des animaux vertébrés; et l'on peut dire que les animaux articulés ont un squelette extérieur.

Dans tous ces animaux, le système nerveux central se compose d'une double chaîne de noyaux médullaires, disposés par paires de chaque côté de la ligne médiane et placés à la face ventrale du corps; tantôt les noyaux des deux côtés restent toujours distincts, d'autres fois ils se réunissent de façon à constituer une seule série de ganglions impairs; dans tous les cas, ceux des différentes paires sont réunis entre eux par des cordons de communication, et un certain nombre de ganglions sont situés dans la tête, au-devant et au-dessus de l'œsophage, tandis que les autres sont placés au-dessous du tube intestinal. Il résulte de cette disposition, que les cordons qui réunissent la masse nerveuse céphalique (ou cerveau de la plupart des auteurs) au reste du système ganglionnaire, forment autour de l'œsophage une espèce de collier. Le canal intestinal s'étend d'une extrémité du corps à l'autre, et la bouche est, en général, armée de mâchoires qui sont toujours disposées par paire de chaque coté de la ligne médiane et se meuvent de dehors en dedans. Le foie se compose tantôt d'un grand nombre de

petits cœcums, d'autres fois de plusieurs petites masses glandulaires isolées, mais en général il est remplacé par des vaisseaux biliaires. Les membres manquent quelquefois; mais dans la plupart des cas ils sont très nombreux : on n'en compte presque jamais moins de trois paires, et quelquefois il en existe plusieurs centaines. Ces animaux sont presque tous pourvus d'yeux d'une structure très compliquée; mais il n'en est qu'un très petit nombre qui présentent des vestiges d'un appareil auditif. Enfin, tous se reproduisent au moyen d'œufs, et ont, en général, les sexes distincts.

On divise les animaux articulés en quatre classes, faciles à distinguer à l'aide des caractères suivants :



ANIMAUX ARTICULÉS.

Pieds articulés. Sang blanc.

Respiration aérienne se faisant à l'aide de poumons ou de trachées qui communiquent au dehors par des ouvertures nommées stigmates.

Des trachées. Système sanguin réduit à un simple vaisseau dorsal. En général, des métamorphoses. Pattes au nombre de six ou de plus de 24. Des antennes et en général des ailes. — INSECTES.

Des poumons ou des trachées. Un système artériel ramifié et des veines. Pas de métamorphoses proprement dites. Pattes au nombre de huit. Ni ailes, ni antennes. — ARACHNIDES.

Respiration aquatique s'effectuant à l'aide de branchies ou seulement par certaines parties de la surface cutanée. Un système circulatoire. Pattes au nombre de dix, douze, quatorze et quelquefois davantage. Quatre antennes. Point d'ailes. — CRUSTACÉS.

Point de pieds articulés : ces organes formés, lorsqu'ils existent, par des tubercules charnus armés de soies raides, ou remplacés par des soies seulement. Sang rouge. Respiration aquatique ou du moins s'effectuant par la surface cutanée. — ANNELIDES.

INSECTES.

184. Les insectes forment la classe la plus nombreuse et la plus intéressante des animaux articulés. Leurs corps se compose presque toujours de trois parties distinctes; la tête, le thorax et l'abdomen. La tête porte les yeux, les antennes et la bouche; le thorax ou corselet porte les pieds et les ailes, quand il y en a; enfin, l'abdomen renferme la plus grande partie des viscères, et est suspendu en arrière du thorax. On donne le nom d'*antennes* à de petites verges articulées, qui s'insèrent immédiatement sur la tête, et qui sont en général placées au-devant des yeux. Dans les animaux dont nous nous occupons ici, il en existe toujours deux; tandis que les crustacés en ont quatre, et que les arachnides en sont dépourvues. Les yeux des insectes sont de deux sortes, savoir : des yeux *lisses* et des yeux *composés* ou *à facettes*. Chez presque tous, il existe deux yeux composés, et chez un certain nombre on trouve en même temps des yeux simples, ordinairement au nombre de trois. La bouche présente une structure différente suivant qu'elle sert à broyer et à couper les aliments, ou à sucer; mais elle est toujours formée de six pièces principales, savoir : une lèvre supérieure ou *labre*, deux mandibules, deux mâchoires et une lèvre inférieure ou *languette* : les mâchoires et la languette portent, en général, des filets articulés que l'on nomme des *palpes*. Le *thorax* ou *corselet* des insectes se compose de trois anneaux portant chacun une paire de pattes. Les ailes ne sont jamais au nombre de plus de quatre, quelquefois il n'y en a que deux, et d'autres fois pas du tout : dans le premier cas, ces organes sont fixés aux deux derniers anneaux du thorax, et

dans le second cas, au deuxième segment seulement : le premier segment thoracique n'en porte jamais.

L'appareil respiratoire des insectes est très développé : il se compose d'une multitude de vaisseaux appelés *trachées* qui communiquent avec l'air extérieur, et se distribuent à tous les organes pour y porter ce fluide. Le système circulatoire est, au contraire, rudimentaire. Le sang, qui est blanc, est répandu dans les interstices des organes, et il n'existe qu'un simple vaisseau dorsal sans ramifications. Les organes sécrétoires ont tous la forme de vaisseaux alongés. Enfin, les sexes sont séparés, et, en général, les jeunes subissent des métamorphoses plus ou moins considérables. Tantôt ces changements ne consistent que dans le développement des ailes (demi-métamorphose) ; d'autres fois dans le passage de l'état de *larve* (ou chenille) à celui de *chrysalide* (ou de nymphe immobile), et de ce dernier à l'état parfait (métamorphose complète).

Les insectes se divisent en douze ordres de la manière suivante :

INSECTES.

- **Trois paires de pattes.**
  - **Des ailes.**
    - **Ailes au nombre de quatre.**
      - Les 2 ailes supérieures en forme d'étuis. Des mandibules et des mâchoires pour la mastication
        - Etuis ou élytres très durs; ailes inférieures pliées simplement en travers. Métamorphoses complètes. — COLÉOPTÈRES.
        - Etuis coriaces; ailes inférieures pliées longitudinalement et souvent dans les deux sens. Demi-métamorphose. — ORTHOPTÈRES.
      - Les ailes supérieures en forme d'étuis dans leur moitié antérieure seulement, ou semblables aux inférieures, et plus grandes qu'elles. Bouche en forme de suçoir conique. Métamorphoses en général incomplètes. — HÉMIPTÈRES.
      - Les ailes supérieures membraneuses comme les inférieures, et au moins aussi grandes qu'elles.
        - Ailes nues. Des mâchoires et des mandibules pour la mastication.
          - Ailes finement réticulées; les inférieures ordinairement de la grandeur des supérieures. Métamorphoses incomplètes. — NÉVROPTÈRES.
          - Ailes divisées en grandes cellules et non réticulées; les inférieures plus petites que les supérieures. Métamorphoses complètes. — HYMÉNOPTÈRES.
        - Ailes couvertes de petites écailles colorées, semblables à de la poussière. Bouche en forme de trompe roulée en spirale. Métamorphoses complètes. — LÉPIDOPTÈRES.
    - **Ailes au nombre de deux seulement. Métamorphoses complètes.**
      - Ailes plissées en éventail. — RHIPIPTÈRES.
      - Ailes étendues ne se plissant pas dans le repos. — DIPTÈRES.
  - **Point d'ailes. Point de métamorphoses proprement dites.**
    - Abdomen sans appendices terminaux.
      - Bouche composée d'un suçoir renfermé dans une gaîne cylindrique de deux pièces articulées. — SUCEURS.
      - Bouche armée de mandibules ou d'un suçoir rétractile, mais sans gaîne articulée. — PARASITES.
    - Abdomen terminé par des appendices propres pour le saut. — THYSANOURES.
- Vingt-quatre pieds ou au-delà distribués dans toute la longueur du corps. Point d'ailes. — MYRIAPODES.

185. *A*. L'ordre des Coléoptères comprend tous les insectes dont les ailes supérieures sont crustacées, en forme d'écailles, horizontales et se joignant au bord interne par une ligne droite, dont les ailes inférieures sont pliées seulement en travers et recouvertes par les deux autres qui leur forment des sortes d'étuis (*élytres*), et dont la bouche est armée de mandibules et de mâchoires pour la mastication. Ils subissent une métamorphose complète, et leur larve ressemble à un ver ayant une tête écailleuse et en général six pieds. Le nombre des insectes formant ce groupe est immense, et on les divise en quatre sections d'après le nombre des articles des tarses, savoir :

Les *pentamères* ayant cinq articles à tous les tarses.

Les *hétéromères* qui ont cinq articles aux tarses des quatre pattes antérieures, et seulement deux aux tarses des pattes postérieures.

Les *tétramères* ayant quatre articles aux tarses de tous les pieds.

Et les *trimères* ayant aux tarses trois articles dont l'un est quelquefois rudimentaire.

Les *coléoptères pentamères* se divisent à leur tour en six familles : les *carnassiers* (cicindèles, carabes, gyrins, etc.), les *brachélytres* (staphylins, etc.), les *serricornes* (buprestes, taupins, lampyre), les *clavicornes* (dermestes, etc.) les *palpicornes* (hydrophyles, etc.), et les *lamellicornes* (scarabés, hannetons, etc.)

Les *coléoptères hétéromères* se divisent en quatre familles : les *mélasomes*, les *taxicornes*, les *sténélytres*, et les *trachélides*. Cette dernière famille, qui renferme les cantharides, etc., se distingue par la disposition de la tête qui est triangulaire ou cordiforme et séparée du corselet par un étranglement brusque, tandis que chez les autres hétéromères,

la tête est ovoïde et ne présente pas de rétrécissement brusque à sa base. La famille des trachélides se subdivise encore en plusieurs tribus, dont l'une, celle des *cantharides* ou *vésicants*, est caractérisée par l'existence de crochets bifides à l'extrémité des tarses. Les insectes qui forment ce petit groupe ont aussi la tête grosse et inclinée, les palpes à peu près filiformes et les antennes simples ou faiblement dentées. On les divise en plusieurs genres (*méloés*, *mylabres, cantharides*, etc.), et un grand nombre d'entre eux jouissent de propriétés vésicantes plus ou moins développées.

Le plus célèbre et le plus employé de ces insectes vésicants est la *cantharide des boutiques*, nommée vulgairement *mouche d'Espagne*. Cet insecte a le corps alongé et presque cylindrique, les antennes plus longues que le corselet, les élytres de la longueur de l'abdomen, flexibles et linéaires, et les tarses à articles entiers. La cantharide des boutiques (*cantharis vesicatoria*) a reçu aussi les noms de *meloë vesicatorius* et de *lytta vesicatoria*, Fabricius. Elle est d'un beau vert doré et brillant, avec les antennes noires; les mâles sont plus petits que les femelles, et il existe une grande variété dans la taille des individus (en général six à dix lignes). Elle se montre vers le mois de mai et juin, et presque toujours en grand nombre, sur les frênes, les lilas, les troènes, etc. dont elle dévore les feuilles. Quelque temps après l'accouplement, les mâles périssent et les femelles s'enfoncent dans la terre pour y pondre leurs œufs, qui sont alongés et réunis par tas. Les cantharides sont très communes en France, en Italie et en Espagne; celles que nous employons nous viennent presque toutes de ces derniers pays, par la voie du commerce. Pour en faire la récolte on étend sous un arbre chargé de ces insectes (dont la présence est décélée par

l'odeur particulière qu'ils répandent) des draps sur lesquels on les fait tomber en secouant les branches; on les réunit ensuite sur un tamis de crin et on les expose à la vapeur de vinaigre étendu d'eau et bouillant, puis on les dessèche.

L'insecte vésicant, employé par les anciens sous le nom de cantharide, paraît être le *mylabre de la chicorée* qui, à la Chine, sert encore aujourd'hui aux préparations épispastiques. Il est commun dans le midi de l'Europe et se trouve quelquefois aux environs de Paris. (Noir, velu, avec des taches et des bandes jaunes; longueur six à sept lignes; division inférieure des crochets des tarses dentelée en peigne.)

La section des *tétramères* renferme un grand nombre d'insectes parmi lesquels nous citerons les *rynchophores* ou *porte-becs*, connus aussi sous le nom de *charançons*, et remarquables par l'espèce de museau ou de trompe formé par un prolongement de la partie antérieure de la tête. Plusieurs espèces appartenant à cette famille, sont célèbres par les dégats qu'elles occasionent dans les magasins à blé (calandre du blé, *curculio granarius*, calandre du riz, *curculio oryzæ*, etc.)

La section des *coléoptères trimères* renferme les *coccinelles* vulgairement appelés *bêtes à Dieu*, etc.

186. *B.* Les insectes de l'ordre des ORTHOPTÈRES ont, en général, le corps beaucoup moins dur que les coléoptères, les ailes de la première paire en forme d'étuis ou d'élytres, mais molles, demi-membraneuses et chargées de nervures; les ailes de la seconde paire pliées dans leur longueur et le plus souvent aussi en manière d'éventail; enfin la bouche armée de mâchoires dentelées. Ils n'éprouvent que des demi-métamorphoses, la larve ne différant de l'insecte parfait que par l'absence des ailes.

Les uns ont tous les pieds semblables et propres à la course (famille des *orthoptères coureurs* de Latreille; *perce-oreilles*, *blattes*, *mantes*, etc.); les autres ont les cuisses des pattes postérieures beaucoup plus grandes que les autres et se servent de ces membres pour sauter (famille des *orthoptères sauteurs*); dans ces derniers, on remarque la *courtillière* qui vit dans la terre et occasione de grands dégats en creusant des chemins souterrains à la manière des taupes; et les *grillons*, les *sauterelles*, et les *criquets* qui se réunissent souvent en troupes innombrables et font ainsi de longs voyages en dévastant tout ce qui se trouve sur leur passage. Cette espèce de locustes se montre quelquefois en Europe; mais c'est en Afrique qu'elle fait le plus de ravages.

187. *C.* Les Hémiptères se reconnaissent en général à leurs ailes de la première paire qui ont ordinairement leur moitié interne cornée et semblable à un élytre de coléoptères, et leur moitié postérieure membraneuse; quelquefois elles sont toutes membraneuses, et d'autres fois elles manquent complétement. La bouche de ces insectes n'est pas organisée pour la mastication, comme dans les deux ordres précédents, mais pour la succion; elle a la forme d'un long tube ou suçoir renfermant dans son intérieur des filets raides qui remplissent les fonctions de petites lancettes. La plupart des hémiptères vivent du suc des plantes et ne subissent que des demi-métamorphoses, comme les orthoptères. On les divise en deux sections, suivant que leurs élytres sont terminés brusquement par une lame membraneuse (*hétéroptères*) ou sont d'égale consistance dans toute leur longueur (*homoptères*).

La division des *hétéroptères* se subdivise en deux familles; savoir: les *géocorises* (lygées, punaises, pentatomes ou punaises des bois, etc.) et les *hydrochorises* (nèpes, etc.)

Les *homoptères* forment trois familles : les *cicadaires* (cigales, etc.), les *hyménélytres* (pucerons, etc.), et les *gallinsectes* (cochenille, kermès, etc.)

La substance appelée *cochenille*, et dont on fait un si grand usage dans la teinture, n'est autre chose que le corps de certains gallinsectes desséchés. Ces insectes, qui portent aussi le nom de *cochenille*, vivent fixés sur des cactus (*nopal*) et se trouvent principalement au Mexique.

188. *D*. Les Névroptères se distinguent par la disposition de leur bouche qui est propre à la mastication, et par leurs ailes qui sont finement réticulées, très minces et nues. Les métamorphoses de ces insectes sont variées ; mais les larves ont toujours six pieds terminés par des crochets. La plupart des névroptères sont carnivores. On les divise en *subulicornes* (libellules, éphémères, etc.), et en *filicornes* (termites, fourmilions, etc.)

189. *E*. Les Hyménoptères ont les ailes membraneuses et nues comme les névroptères ; mais ces organes sont veinés au lieu d'être réticulés, et les supérieurs sont toujours plus grands que les inférieurs. La bouche est également armée de mandibules et de mâchoires dont, en général, la forme ne s'éloigne pas beaucoup de celles des mêmes parties dans les insectes broyeurs. L'abdomen est ordinairement suspendu à l'extrémité postérieure du thorax par un pédoncule étroit chez les femelles, et il est terminé par une tarrière ou aiguillon. Les hyménoptères éprouvent des métamorphoses complètes. La plupart des larves sont apodes ; mais quelques-unes sont pourvues de six ou d'un plus grand nombre de pattes.

Dans l'état parfait, les hyménoptères vivent presque tous sur les fleurs, et plusieurs d'entre eux forment des sociétés nombreuses, dont les travaux sont exécutés en commun. A l'état de larves, les uns

se nourrissent de cadavres d'insectes, les autres de substances végétales; et lorsque ces animaux sont dépourvus de pattes, et par conséquent dans l'impossibilité de chercher leur nourriture, la mère dépose, ces larves tantôt dans les corps d'animaux aux dépens desquels elles doivent vivre, tantôt dans des espèces de nids, et alors elle, ou d'autres individus de la société, leur apportent régulièrement des aliments.

Les hyménoptères se divisent en deux sections: les *térébrans* dont l'abdomen chez la femelle est pourvu d'une tarrière (ichneumons, etc.), et les *porte-aiguillons* chez lesquels cette tarrière est remplacée par un aiguillon rétractile.

Parmi les *hyménoptères térébrans* ou à tarrière, on remarque les *cynips* qui déposent leurs œufs dans des entailles qu'ils savent pratiquer dans la substance des végétaux et qui occasione ainsi la production des excroissances connues sous le nom de *noix de galle*.

La section des *hyménoptères porte-aiguillons* se subdivise en quatre familles, dont la plus intéressante est celle des *mellifères*. Elle se distingue des autres en ce que tous les individus sont ailés, et que les pieds postérieurs sont propres à ramasser le pollen des plantes (le premier article des tarses très grand, comprimé et en forme de palette carrée ou triangulaire). Chez un certain nombre de ces insectes (tribu des *apiaires*), la bouche a la forme d'une longue trompe qui est réfléchie en dessous et reployée sur elle-même pendant le repos. Parmi les apiaires, il en est qui vivent en société, composée de femelles, de mâles et de neutres. Leurs pieds postérieurs présentent, au côté externe de la jambe, un enfoncement bordé de poils, qu'on appelle *corbeille*, et à la face interne du premier article du tarse une brosse soyeuse; dispositions or-

ganiques à l'aide desquelles ces insectes peuvent récolter le pollen des fleurs; et ce sont les *bourdons*, les *abeilles* : les premiers se distinguent des dernières par les deux épines qui terminent leurs jambes postérieures, et qui n'existent pas chez les abeilles.

Les abeilles proprement dites ne se trouvent que dans l'ancien continent et forment des sociétés composées d'*ouvrières* ou de *neutres* (dont le nombre est ordinairement de quinze à vingt mille), de *mâles*, appelés *bourdons* par les cultivateurs (en général six à huit cents), et d'une seule femelle qu'on désigne communément sous le nom de *reine*. Parmi les ouvrières, il en est qui sont spécialement chargées de la récolte des vivres et des matériaux de construction, ainsi que de ces constructions elles-mêmes; d'autres ne s'emploient qu'à l'éducation des petits et aux soins intérieurs du ménage. Les ouvrières portent, à la face inférieure de l'abdomen, sous chaque anneau, deux poches où la cire se sécrète et se moule en forme de lame. C'est avec cette substance que ces insectes construisent leurs *gâteaux* ou *rayons*, qui se composent de deux rangées opposées de cellules hexagonales, et qui servent à loger les œufs et les larves qui en proviennent, ou bien à renfermer du miel et du pollen. La femelle pond un œuf dans chaque cellule destinée à cet usage, et les larves qui en naissent sont nourries par les ouvrières. Après six ou sept jours, les larves se disposent à subir leur métamorphose et se transforment en nymphes, et alors les ouvrières bouchent l'ouverture des cellules avec un couvercle bombé ; enfin, au bout d'environ douze jours, les jeunes abeilles subissent leur dernière métamorphose, et sortent de leur demeure à l'état parfait. Les mâles ne servent qu'à la reproduction, et lorsque les femelles ont été fécondées, les ouvrières les tuent. Les œufs

d'ouvrières sont pondus au printemps ; ceux qui contiennent des mâles, deux mois plus tard, et ceux des femelles, après ces derniers. Cette succession de générations forme autant de sociétés particulières, susceptibles de former de nouvelles colonies, et que l'on connaît sous le nom d'*essaims* : une ruche en donne quelquefois trois ou quatre dans l'année. L'accouplement se fait au commencement de l'été, et une seule fécondation suffit pour vivifier tous les œufs que la femelle pond dans le cours de deux ans, ou même, à ce que l'on croit, pendant toute sa vie.

190. *F*. Les Lépidoptères ou les *papillons* se reconnaissent à la poussière écailleuse et semblable à de la farine, qui recouvre leurs quatre ailes membraneuses, et à leur bouche, qui a la forme d'une trompe roulée en spirale, et dont nous avons déjà indiqué l'organisation.

Ces insectes éprouvent des métamorphoses complètes. Leurs larves, que l'on connaît sous le nom de *chenilles*, ont six pieds écailleux qui correspondent à ceux de l'insecte parfait, et quatre à dix pieds membraneux, qui disparaissent lors des métamorphoses ; leur corps est, en général, presque cylindrique, mou et diversement coloré. La plupart se nourrissent de feuilles ou des autres parties des végétaux ; mais il en est qui rongent les étoffes de laine, les pelleteries, etc. En général, ces animaux changent quatre fois de peau ; et lorsqu'ils sont sur le point de se transformer en nymphe, ils se renferment dans une coque construite avec une matière soyeuse, sécrétée dans des organes spéciaux, et poussée au dehors à travers une sorte de filière située au bout de la lèvre. A l'état de nymphe, les lépidoptères ressemblent à une momie ; ils sont emmaillotés, et lorsqu'ils ont subi tous les changements qu'ils doivent éprouver, ils sortent de leur chrysa-

lide par une fente qui se fait sur le dos du corselet. A l'état parfait, ces animaux se nourrissent uniquement du miel des fleurs.

On les divise en trois grandes familles : les *diurnes*, les *crépusculaires* et les *nocturnes*.

Les *lépidoptères nocturnes* ont toujours les ailes horizontales ou inclinées dans le repos, et les supérieures presque toujours retenues contre les inférieures. Les antennes sont sétacées, et enfin les chrysalides sont presque toujours arrondies et logées dans une coque.

Cette famille est très nombreuse, et se subdivise en plusieurs groupes, dont le plus intéressant est celui des *bombycites*, qui contient les bombyx, etc.

La chenille qui fournit la soie, est celle du *bombyx du mûrier;* elle paraît originaire de la partie septentrionale de la Chine, et a été importée en Europe du temps de Justinien ; mais ce n'est qu'à l'époque des croisades que sa culture passa de la Grèce en Sicile et en Italie.

191. *G.* Les DIPTÈRES, dont les deux ailes sont membraneuses et étendues, sont extrêmement nombreux en espèces, et ont pour type le genre *mouche*. La bouche de ces insectes a la forme d'une trompe, et n'est propre qu'à la succion. Ils éprouvent des métamorphoses complètes. Les larves sont apodes et à tête molle et variable ; leur bouche est en général garnie de deux crochets; chez la plupart c'est la peau de la larve qui sert de coque à la nymphe en se durcissant et en prenant l'apparence d'une graine ou d'un œuf.

192. *H.* Les SIPHONOPTÈRES se rapprochent beaucoup des diptères par l'organisation de leur bouche; mais ils manquent d'ailes, et ont les pattes postérieures disposées pour le saut. Ces insectes subissent

des métamorphoses, et à l'état parfait ils vivent toujours sur des quadrupèdes ou des oiseaux.

Cet ordre ne renferme qu'un seul genre, celui des *puces*. La tête de ces insectes parasites est petite et tronquée en avant; la gaîne du suçoir est divisée en trois articles, et recourbée entre les pattes antérieures. Le corps est ovalaire, déprimé et formé de douze segments, dont les trois antérieurs constituent le thorax; les pieds sont forts, garnis d'épines, et les tarses composés de cinq articles, dont le dernier est terminé par deux crochets alongés. L'abdomen est grand et ovalaire. Les œufs de ces insectes sont blancs et visqueux; leur nombre est d'environ douze par chaque ponte. Les larves sont apodes, très alongées et semblables à de petits vers; leur corps est d'abord blanc, puis rougeâtre, et après avoir vécu dans cet état pendant une douzaine de jours, ces insectes se renferment dans une petite coque soyeuse pour y achever leur métamorphose.

La *puce commune* vit sur les chiens, les chats et l'homme, dont elle suce le sang. La *puce pénétrante*, ou *chique*, très commune en Amérique, est armée d'un bec aussi long que le corps. La femelle de cet insecte porte ses œufs dans un sac membraneux placé sous le ventre, et par le prompt accroissement de ces corps, cette partie acquiert en peu de temps un volume égal à celui d'un petit pois, tandis que l'animal lui-même est à peu près de la taille de la puce commune.

193. *I.* Les insectes de l'ordre des Parasites sont aptères comme les suceurs; mais la structure de leur bouche est différente, et ils n'éprouvent pas de véritables métamorphoses. Ils n'ont pas d'yeux à facettes, mais on voit, de chaque côté de la tête, un ou deux yeux simples plus ou moins distincts. La

bouche est en grande partie intérieure et présente deux modes d'organisation distincts. L'abdomen n'est pas garni d'appendices mobiles comme dans l'ordre suivant; enfin, comme l'indique leur nom, ces insectes vivent toujours aux dépens d'autres animaux (mammifères et oiseaux).

On les divise en deux familles caractérisées par la disposition de la bouche : les *mandibulés* (ricins, etc.), et les *siphonculés* (poux, etc).

194. *J.* Les Thysanoures se distinguent des autres insectes aptères par les filets ou l'espèce de queue fourchue qui terminent l'abdomen, et qui servent comme organes du saut. Ils ont la bouche pourvue de mandibules et de mâchoires ; enfin, ils n'éprouvent pas de métamorphoses.

Ils forment deux familles : les *lépismènes* et les *podurelles*.

195. *K.* Enfin, les Myriapodes, connus vulgairement sous le nom de *mille-pieds*, ont le corps composé d'une suite d'anneaux semblables entre eux et portent en général deux paires chacun (iules, etc.).

ARACHNIDES.

196. Les arachnides (c'est-à-dire, les animaux appartenant au groupe naturel qui a pour type l'araignée) n'ont pas de tête distincte; leur corps est divisé en deux parties, savoir: une portion céphalothoracique qui porte les yeux, la bouche et les pattes, et un abdomen qui ne donne attache à aucun appendice locomoteur. Ils n'ont pas d'antennes ; mais la plupart de ces animaux ont plusieurs paires d'yeux lisses (en général quatre paires, quelquefois trois, deux ou une, ou même point). Ils sont en général carnivores ; les uns sont parasites et ont la

bouche organisée en manière de suçoir ; les autres mènent une vie errante, et ont cette ouverture entourée d'organes masticateurs. Leurs pattes sont presque toujours au nombre de huit, longues, grêles, et terminées par deux crochets. Le système nerveux des arachnides est très développé; leur système circulatoire est en général complet et bien distinct. Le cœur occupe l'abdomen, et a la forme d'un gros vaisseau longitudinal. La respiration est aérienne et a lieu, tantôt par des trachées, comme chez les insectes, tantôt par des sacs pulmonaires, qui, de même que les trachées, reçoivent l'air par des stigmates situés à la partie inférieure de l'abdomen, et presque toujours au nombre de deux seulement. Les arachnides pondent des œufs, et ont, au moment de la naissance, la même forme générale qu'elle doivent avoir par la suite : les jeunes ont souvent seulement six pattes.

197. Cette classe se divise en deux ordres : les *arachnides pulmonaires*, qui ont des sacs pulmonaires pour la respiration, et la tête garnie de six à huit yeux lisses ; et les *arachnides trachéennes*, qui ont des trachées pour la respiration, et au plus quatre yeux lisses.

Les *arachnides pulmonaires* forment deux familles : les *fileuses*, dont plusieurs sont remarquables par la manière dont elles filent des soies et construisent des toiles ; et les *pédipalpes*, parmi lesquelles on range les tarentules et les scorpions. Dans cette dernière famille, l'abdomen est alongé et composé de plusieurs anneaux distincts ; les palpes sont très grands et ont la forme de bras avancés. Les *scorpions* se reconnaissent à l'espèce de queue noueuse qui termine leur abdomen, et qui est armée d'un aiguillon. Ces animaux vivent à terre dans les lieux sombres et frais ; ils courent avec

rapidité en relevant la queue, et les piqûres qu'ils font avec leur aiguillon, produisent des accidents graves, même chez l'homme.

Les *arachnides trachéennes* forment trois familles : les *faux scorpions* (pinces, etc.) ; les *pycnogonides*, et les *holètres* (faucheurs, mittes, etc.).

Parmi les mites, nous signalerons le petit animal connu vulgairement sous le nom de rouget (*lepte automnal*, Latr.), qui en automne est très commun sur les graminées, et qui en s'insinuant dans la peau à la racine des poils, occasione des démangeaisons insupportables.

CRUSTACÉS.

198. Les crustacés varient beaucoup quant à leur forme extérieure ; la plupart cependant ont le corps renfermé dans une enveloppe calcaire qui constitue une espèce de squelette extérieur et qui est formée par la peau. La tête de ces animaux (tantôt distincte, tantôt confondue avec le thorax) porte presque toujours quatre antennes, deux yeux composés, et un appareil buccal très compliqué. Les pattes, ambulatoires ou thoraciques, sont ordinairement au nombre de cinq ou de sept paires, et l'abdomen supporte une double série d'appendices appelés *fausses pattes*. Le système circulatoire est facile à distinguer : le cœur est volumineux et occupe, en général, le milieu de la partie dorsale du thorax ; la respiration est presque toujours aquatique et a lieu au moyen de branchies, dont la structure et la position varient dans les différents ordres de cette classe ; quelquefois ces organes manquent et paraissent être remplacés par les téguments communs. Les sexes sont séparés, et les organes extérieurs de la génération doubles dans l'un et l'autre sexe ; les vulves sont

ordinairement situées sur le plastron sternal, entre les pattes de la troisième paire et les deux verges, à la base des pattes postérieures. Presque tous les crustacés habitent la mer.

199. Les crustacés se divisent en plusieurs ordres; mais il n'y a qu'un seul de ces groupes qui doive nous occuper ici, celui des Décapodes.

Ces crustacés se reconnaissent au nombre de leurs pattes thoraciques (cinq paires) et à la *carapace*, espèce de bouclier qui recouvre toute la partie céphalo-thoracique de leur corps; ils sont également caractérisés par la structure de leur appareil respiratoire, qui consiste en branchies très développées et renfermées dans une cavité spéciale, de chaque côté du thorax. On les divise ordinairement en deux sections, suivant qu'ils ont l'abdomen court et reployé sous le thorax, ou bien long et étendu en arrière. Parmi les premiers, que l'on nomme les *décapodes brachyures*, nous citerons le crabe tourteau, *cancer pagurus*, le crabe enragé ou *carcin ménade* et l'étrille ou *portune étrille*, qui se trouvent communément sur nos côtes, et sont employés comme comestibles.

Parmi les *décapodes macroures*, on remarque les langoustes, les homards, les écrevisses et les salicoques.

Les *langoustes* sont les plus grands de tous les décapodes macroures. Leur test est hérissé d'un grand nombre d'épines et terminé antérieurement par un certain nombre de grosses pointes recourbées; l'abdomen est très grand; les pattes sont de longueur médiocre, et toutes monodactyles; celles de la première paire sont plus fortes, mais plus courtes que celles de la seconde. Ces crustacés habitent presque toutes les mers et sont très recherchés comme ali-

ment. La *langouste commune* se trouve en assez grande abondance sur nos côtes.

Les *écrevisses* se distinguent facilement de tous les autres crustacés de la famille des *astaciens*, par la forme didactyle de leurs six premières pattes, et le grand développement de celles de la première paire, qui ont la forme de grosses pinces. Leur test est plus alongé que chez la langouste et n'est point hérissé d'épines ; son extrémité antérieure est toujours prolongée de manière à former un rostre très saillant. Les écrevisses sont essentiellement aquatiques, mais les unes habitent l'eau douce, les autres la mer. L'*écrevisse de rivière* ou écrevisse proprement dite, se trouve dans les eaux douces de la plupart des contrées d'Europe, et se tient ordinairement sous les pierres. Elle se nourrit de mollusques, de poissons, de chairs corrompues, etc. On assure qu'elle vit au delà de vingt ans ; celles qui habitent les eaux courantes sont les plus estimées. L'*écrevisse de mer* ou *homard* est beaucoup plus grande que l'écrevisse de rivière : de même que les langoustes, elle se tient dans les fentes des rochers.

Les *salicoques* se distinguent des astaciens en ce qu'elles ont la base des antennes externes recouvertes par une grande écaille. Elles ont le corps un peu comprimé latéralement, et l'abdomen arqué ; leurs téguments sont peu résistants. Tous ces crustacés sont marins. Les *palémons* constituent, pour ainsi dire, le type de cette famille. On en trouve dans presque toutes les mers ; et plusieurs espèces, dont la chair est très délicate, habitent nos côtes : on les connaît vulgairement sous les noms de *chevrettes*, de *bouquets*, etc.

ANNELIDES.

200. Les annelides diffèrent des autres animaux articulés par la mollesse de leur enveloppe tégumentaire, et par l'absence de membres articulés. Leur corps se compose d'une longue suite d'anneaux, et leurs organes locomoteurs ne consistent qu'en tubercules garnis de soies, en simples soies ou en ventouses. Ces animaux ont le système nerveux peu développé ; leur sang est rouge et circule dans un système de vaisseaux assez compliqué; la respiration se fait par l'intermédiaire de la peau ou de branchies plus ou moins développées ; enfin les sexes sont réunis sur le même individu, mais il paraît que la réunion des deux individus est nécessaire pour la fécondation. La plupart de ces animaux habitent la mer.

Les annelides se divisent en deux groupes : les unes ont des soies pour la locomotion ; les autres n'ont pas de soies, mais sont pourvues de ventouses à chaque extrémité du corps. Les premières, parmi lesquelles se range le lombric terrestre ou ver de terre, se subdivisent en plusieurs ordres; les dernières n'en fournissent qu'un seul, celui des HIRUDINÉES OU ANNELIDES SUCEUSES.

Les HIRUDINÉES ont la bouche située au fond de la ventouse qui termine l'extrémité antérieure de leur corps, et l'anus placé sur la base de la ventouse qui occupe l'extrémité opposée. Toutes ces annelides se nourrissent aux dépens d'autres animaux qu'elles sucent ou qu'elles avalent par portions, ou même en entier. Tantôt elles s'attachent aux poissons, aux batraciens ; tantôt elles dévorent les mollusques, les annelides, les larves d'insectes et même les crustacés ; certaines espèces s'attachent aux chevaux et aux

différents bestiaux qui vont boire dans les mares, les étangs ou les fontaines; elles se nichent quelquefois sur le palais, sous la langue, et jusque dans les fosses nasales, ou même l'œsophage, et y demeurent très long-temps. Dans l'expédition d'Égypte elles ont causé parfois des accidents très graves à de soldats qui avaient bu aux fontaines. Lorsque le froid se fait sentir, ces annelides s'enfoncent généralement dans la vase des étangs, et elles y passent l'hiver dans un état d'engourdissement d'où elles sortent aux premiers jours du printemps. Les *sangsues*, qui font partie de l'ordre des suceurs, paraissent très sensibles aux impressions et aux changements atmosphériques : lorsque le vent souffle, elles s'agitent; elles s'enfoncent dans la vase quand le ciel se couvre; elles montent à la surface de l'eau lorsque les orages grondent. Ces observations, que les personnes qui récoltent les sangsues employées en médecine ont souvent eu occasion de faire, les ont portées à supposer que ces animaux, qu'il est aisé de tenir renfermés, pourraient bien, si on les plaçait dans un bocal, monter et descendre suivant l'état atmosphérique, et ils ont imaginé d'en faire une sorte de baromètre. Dans certains lieux on a même gradué cet instrument, en plaçant dans le bocal une échelle divisée en un certain nombre de degrés. Mais l'expérience n'a pas répondu complétement à ce qu'on en attendait, et cet instrument ne mérite pas la confiance que les gens du peuple lui accordent.

L'ordre des annelides suceuses se compose de deux familles : les *branchellionées*, dont le dos est garni d'appendices membraneux qui paraissent servir à la respiration, et les *hirudinées* proprement dites, dont le corps est complétement dépourvu d'appendices.

Cette dernière famille renferme la *sangsue médicinale* et toutes les annelides dont l'organisation est analogue. M. Savigny la divise en deux sections, savoir : les *albionniennes* (ventouse orale d'une seule pièce, séparée du corps par un fort étranglement ; orifice sensiblement longitudinal), et les *bdelliennes* (ventouse orale de plusieurs pièces, peu ou point séparées du reste du corps ; ouverture transverse, comme à deux lèvres, la lèvre inférieure rétrécie). Les hirudinées bdelliennes habitent l'eau douce, et forment plusieurs genres, parmi lesquels nous signalerons celui des *sangsues*.

Ces animaux ont le corps obtus en arrière, rétréci graduellement en avant, alongé, sensiblement déprimé, et composé de segments nombreux. La ventouse orale, qui n'est pas séparée du corps, est peu concave, à ouverture transversale et a deux lèvres, dont la supérieure est très avancée et de forme presque lancéolée. La bouche est grande, ainsi que les mâchoires, qui sònt fortement comprimées et armées, sur leur tranchant, de deux rangs de denticules fines et très serrées. Les yeux, au nombre de dix, sont disposés suivant une ligne très courbe ; enfin, la ventouse anale est moyenne et sillonnée intérieurement de légers rayons.

Les espèces le plus généralement employées ont reçu le nom de *sangsues médicinales* ou *officinales*. Elles habitent les étangs, les marais, les ruisseaux. La France en fournit une très grande quantité, et elles sont, pour plusieurs départements, une branche de commerce très importante ; mais on en importe aussi beaucoup de l'étranger.

Les *Hœmopsis* diffèrent principalement du genre précédent par la structure de leurs mâchoires.

L'espèce connue sous le nom d'*Hœmopsis sanguisorba*, Sav., ou de *sangsue de cheval*, a quel-

quefois six pouces de long ; elle est très commune dans les eaux douces d'Europe, et sa morsure produit des plaies douloureuses. Elle est quelquefois confondue avec les sangsues médicinales ; mais c'est à tort qu'on lui attribue les accidents inflammatoires qui se montrent quelquefois à la suite de l'application de ces animaux ; car elle refuse constamment de se fixer sur la peau de l'homme et ne l'entame jamais.

MOLLUSQUES.

201. Les Mollusques n'ont point de squelette articulé ni de canal vertébral, comme les animaux vertébrés, ni une série d'anneaux enveloppant leurs corps et constituant une espèce de squelette extérieur, comme les animaux articulés. Tantôt leur peau est complétement nue, tantôt une partie de l'enveloppe tégumentaire nommée le *manteau*, sécrète une substance calcaire qui forme un abri pour l'animal et qui porte le nom de *coquille*. Le système nerveux de ces animaux se compose d'un certain nombre de masses médullaires dispersées dans différentes parties du corps ; leur sang est blanc ou bleuâtre, et leur système circulatoire complet ; on y trouve un cœur aortique et souvent deux réservoirs veineux que la plupart des anatomistes regardent comme des cœurs pulmonaires. Le mode de respiration varie : il en est de même pour la génération ; plusieurs mollusques se fécondent eux-mêmes ; d'autres, quoique hermaphrodites, ont besoin d'un accouplement réciproque , et beaucoup ont les sexes séparés.

Les mollusques se divisent en plusieurs ordres, dont les principaux sont les céphalopodes, les gastéropodes et les acéphales.

202. Les Céphalopodes ont le corps en forme de sac ouvert par devant ; renfermant des branchies ,

et d'où sort une tête bien développée et couronnée d'appendices charnus au moyen desquels ces animaux marchent et saisissent les objets. Ce sont de tous les mollusques ceux dont la structure est la plus compliquée, et dont les organes sont les plus parfaits. La plupart sécrètent une matière particulière, d'un noir très foncé, qu'ils expulsent pour teindre l'eau qui les environne, et se dérober ainsi à la vue. Ce sont les seiches, les poulpes, etc.

203. Les Gastéropodes ont aussi une tête assez distincte ; ils rampent sur un disque charnu de leur ventre, et ont pour type la limace et le colimaçon. Plusieurs sont absolument nus, d'autres ont une coquille ; les uns respirent l'air en nature et sont pourvus d'une cavité pulmonaire (ordre des pulmonés, limaces, etc.) ; les autres ont la respiration aquatique et des branchies diversement disposées.

204. Les Acéphales n'ont pas de tête distincte ; leur bouche est cachée dans le fond du manteau qui est presque toujours ployé en deux et qui renferme aussi les branchies, les viscères, et tout le reste du corps. Presque tous ces animaux sont logés dans une coquille bivalve ; ils ont des branchies.

Cette classe se compose de deux ordres : les *acéphales testacés* et les *acéphales sans coquille*. Dans le premier de ces groupes, on range les huîtres, les moules, etc.

ANIMAUX RAYONNÉS ou ZOOPHYTES.

205. Cette grande division du règne animal comprend tous les animaux dont la structure est la plus simple. Le système nerveux manque presque toujours, et lorsqu'il existe, il est rudimentaire. Il n'y a pas de système véritable de circulation, et souvent on n'aperçoit aucun organe spécial de génération.

On la divise communément en cinq classes, savoir:

1° Les Échinodermes dont l'intestin est distinct, flottant dans une grande cavité et accompagné de plusieurs autres organes pour la respiration, la génération et pour une circulation partielle. La plupart de ces animaux ont la peau garnie d'épines mobiles ou de petits appendices mous qui tiennent lieu de ces épines (astéries ou étoiles de mer, oursins, holothuries).

2° Les Vers intestinaux qui n'ont point de vaisseaux bien évidents et où se fasse une circulation distincte, ni d'organes spéciaux de respiration; leur corps ressemble assez à celui des annelides, et tous leurs organes sont disposés longitudinalement.

3° Les Acalèphes ou Orties de mer, qui manquent également d'organes respiratoires et d'un véritable appareil circulatoire, et dont la forme est presque toujours circulaire et rayonnante. Presque toujours leur cavité digestive ne communique au-dehors que par une seule ouverture (méduses, actinies, etc.).

4° Les Polypes, petits animaux gélatineux dont la bouche est entourée de tentacules, et dont la structure est très simple (hydres ou polypes d'eau douce, etc.).

5° Les Infusoires dont le corps est également gélatineux et la structure en général très simple, et que l'on découvre à l'aide du microscope dans les eaux stagnantes.

206. Les Vers intestinaux pour la plupart ne peuvent vivre et se propager que dans l'intérieur du corps d'autres animaux. Il n'est presque aucun animal qui n'en nourrisse de plusieurs sortes, et on en trouve, non-seulement dans le tube alimentaire et dans les canaux qui y aboutissent (tels que les vaisseaux hépathiques), mais jusques dans le

parenchyme des organes les plus profondement situés, tels que le foie et le cerveau.

Quelques-uns de ces animaux ont des sexes séparés et la plupart des espèces produisent évidemment des œufs ou des petits vivants. On les divise en deux ordres : les *cavitaires* qui ont un canal intestinal flottant dans une cavité abdominale distincte et communiquant au-dehors par une bouche et un anus ; et les *parenchymateux*, dont le corps est rempli d'un parenchyme continu, et ne renferme dans son intérieur aucun organe distinct ou seulement des viscères mal terminés, et ressemblant le plus souvent à des ramifications vasculaires.

On range parmi les cavitaires, les *filaires* (ver de Médine ou de Guinée, qui s'insinue sous la peau de l'homme, principalement aux jambes, et y occasione quelquefois des douleurs atroces); les *trichocéphales* qui ont les sexes séparés (Tr. de l'homme, qui est vulgairement appelé ascaride à queue en fil, et qui est l'un des vers les plus communs dans le gros intestin de l'homme); les *ascarides* chez lesquels on aperçoit des filaments blanchâtres qui paraissent être des vestiges d'un système nerveux (*ascaride lombrical*, qui vit sur l'homme, le cheval, le bœuf, etc. ; *A. vermiculaire* très commun chez les enfants, etc.) ; les *strongles*, etc.

Parmi les intestinaux parenchymateux, nous citerons les *echinorynques*, les *douves* et le *tœnia*.

207. La classe des Polypes renferme une famille d'animaux fort singuliers, parmi lesquels on remarque les petits êtres qui produisent le corail. Ces polypes vivent en commun et forment dans l'intérieur des masses résultantes de leur agglomération, une espèce d'axe calcaire qui est fixé au sol et se termine par des ramifications. Ils habitent le fond de la mer, et sont l'objet d'une pêche assez active

sur quelques points des côtes d'Afrique et de la Corse.

208. Les *Corallines* sont des corps dont la nature est douteuse, mais que l'on range dans cette classe ; ils ressemblent en effet beaucoup aux polypiers, mais on n'a pu encore leur appercevoir de polypes. Ce sont des tiges articulées, portées sur des espèces de racines, et à la surface desquelles on ne voit point de pores. La *coralline officinale* se compose d'articles calcaires, de forme ovalaire, et présente diverses couleurs (blanche, rougeâtre ou verdâtre) ; sur certains rivages le fond de la mer en est tout couvert.

209. On place encore parmi les polypes les *Éponges*, bien que ces corps ne présentent aucunes traces de parties mobiles ou sensibles. On observe dans leur intérieur un grand nombre de canaux qui, pendant la vie de ces êtres singuliers, sont traversés par des courants d'eau. Les éponges se trouvent fixées sur les rochers ; tantôt elles présentent une espèce de charpente demi-cornée et très flexible, comme dans l'éponge usuelle ; d'autres fois leur parenchyme est rempli de spicules calcaires ou siliceuses.

III.

MINÉRALOGIE.

210. La MINÉRALOGIE, considérée d'une manière générale, est la science qui a pour but l'étude des minéraux, c'est-à-dire des corps bruts produits directement par la nature, et que l'on trouve à la surface ou dans l'intérieur de la terre ; mais, en général, on donne à ce mot une acception moins étendue, et on nomme *Minéralogie* proprement dite, la branche de l'histoire naturelle qui considère les minéraux sous les rapports de leurs propriétés générales, des caractères particuliers qui les distinguent individuellement, et de leur classification ; tandis qu'on donne le nom de *Géologie* ou de *Géognosie* à l'étude de la structure de la terre et du rôle que les minéraux jouent dans la nature.

La Minéralogie ne présente pas avec la médecine des rapports assez intimes pour qu'on ait cru nécessaire de l'enseigner dans nos facultés ; aussi ne nous en occuperons-nous pas ici. Il en est de même de la géologie; mais comme quelques-unes des parties de de cette science se lient à l'histoire des eaux minérales et à diverses questions d'un intérêt général, nous croyons devoir y consacrer quelques pages.

211. La surface de la terre est occupée en partie par une couche plus ou moins épaisse d'eau, et en partie par des substances solides appelées *terrains* ou *roches*. On ne sait rien de précis sur la nature de la partie intérieure de notre globe; mais des

considérations, qu'il serait trop long d'exposer ici, font supposer qu'elle est composée de matières métalliques en fusion.

L'écorce solide du globe se compose d'un grand nombre de parties distinctes. Les unes paraissent avoir été formées et déposées par les eaux (*terrains neptuniens* ou de *sédiment*); les autres, produits ou soulevés par les feux intérieurs de la terre (*terrains ignés* ou *plutoniques*.

212. Les terrains plutoniques occupent la partie la plus profonde de la croûte minérale du globe, mais souvent se montrent aussi à sa superficie. Ce sont ordinairement de grandes masses irrégulières qui semblent avoir été soulevées par une force agissant dans l'intérieur de la terre; ils offrent rarement des indices de stratification, et lorsqu'ils reposent sur des terrains de sédiment, ils paraissent s'être insinués dans leurs fissures ou épanchés à leur surface. Tels sont les terrains granitiques, basaltiques, etc.

213. Les terrains de sédiment sont régulièrement stratifiés, c'est-à-dire divisés en couches superposées et renfermant des débris soit de roches plus anciennes (cailloux roulés), soit d'êtres organisés qui ont vécu à l'époque de leur formation. Ces diverses couches se sont formées successivement, et elles sont d'autant plus anciennes qu'elles sont plus inférieures. Leur nombre varie beaucoup dans diverses localités, mais les rapports qu'elles ont entre elles sont toujours les mêmes. Ainsi, qu'on représente ces couches par les différentes lettres de l'alphabet, on trouvera quelquefois une série complète depuis *A* (la couche la plus inférieure), jusqu'à *Z*; d'autres fois, la série s'arrêtera à la couche *E*, *F*, *M*, etc., et d'autres fois les couches *B*, *D*, *E*, pourront manquer; mais jamais on ne trou-

vera la couche *A* au-dessus de la couche *B*, et ainsi de suite; et cela est facile à concevoir, car la position de ces terrains dépend de l'époque plus ou moins récente de leur formation.

Lorsque ces diverses couches n'ont épouvé aucun déplacement depuis le moment de leur formation, on les trouve dans une position horizontale; mais souvent elles ont été soulevées par une force agissant dans l'intérieur de la terre, et alors elles se placent plus ou moins obliquement.

C'est dans les parties les plus élevées de la surface du sol, que les couches les plus anciennes se montrent à nu; et en effet, cela ne pouvait être autrement, soit que les montagnes aient existé de tout temps, soit qu'elles aient été soulevées après la formation de couches plus ou moins récentes; car dans le premier cas, c'est dans les parties les plus déclives du sol que les terrains de sédiment ont dû être déposés, plutôt que sur les points élevés; et dans le dernier cas, ce sont encore les couches profondes qui doivent former le centre du soulèvement.

214. Avant que l'on eût généralisé, comme on le fait aujourd'hui, l'importante distinction des terrains de sédiment et des terrains d'éruption, on rangeait dans la première classe, avec les couches arénacées et coquillères, la plupart des roches massives et cristallines, telles que les granites et les porphyres; et l'on formait ainsi une série unique de tous les terrains connus, à l'exception des volcaniques proprement dits, en les considérant tous comme des dépôts d'âges différents, et en déterminant leur ordre d'ancienneté relative d'après le seul principe de superposition. On regardait le granite comme la plus ancienne de toutes les roches, par cela seul qu'on l'avait observé au-dessous de toutes les autres. Or, la série ainsi

formée, se trouva partagée assez naturellement en deux parties distinctes; l'une inférieure, composée de roches cristallines qui ne contiennent ni cailloux roulés ni débris organiques; l'autre supérieure, composée de couches presque entièrement formées de pareils débris ou de fragments de roches plus anciennes. On en concluait que les premières avaient préexisté à l'apparition des êtres organisés sur la surface du globe et à toutes les dégradations de terrains qui ont eu lieu depuis cette époque; et l'on nommait l'ensemble de ces couches *sol primitif*: toutes les autres, au contraire, ayant été formées depuis la première création des êtres vivants, constituaient le *sol secondaire* qu'on appelait aussi *sol de transport et de sédiment*. On a cru aussi devoir distinguer sous le nom de *terrains intermédiaires* ou de *transition*, les couches les plus inférieures du sol secondaire qui établissent un passage graduel entre les terrains supérieurs et les terrains primitifs, et établir enfin une quatrième classe sous le nom de *terrains ternaires*, pour y ranger les couches supérieures du sol secondaire dont la formation est postérieure à celle de la craie. Mais depuis qu'on a reconnu que des roches cristallines ayant tous les caractères de celles qu'on regardait comme primitives ou intermédiaires, sont cependant de formation récente, on ne peut plus attacher à ces expressions le même sens qu'autrefois, et elles sont aujourd'hui abandonnées par presque tous les géologistes.

214. Voici la classification la plus récente des terrains, telle qu'elle a été donnée par M. Brongniart, dans son tableau des terrains qui composent l'écorce du globe.

§. PÉRIODE SATURNIENNE, c'est-à-dire antérieure à la dernière révolution de notre globe.

1[re] Division. Terrains massifs ou typhoniens.

Terrains plutoniques (ou terrains d'épanchement sortis de la terre avec indice de liquéfaction. Ex. : Granite, porphyre, etc.)

Terrains vulcaniques (ou volcaniques anciens; terrains de fusion. Ex. : Basalte, lave, etc.)

2[e] Division. Terrains stratifiés ou neptuniens.

Terrains agalysiens (ou primordiaux; entièrement dissous et cristallisés. Ex. : Quartz, gneiss, calcaire saccharoïde, etc.)

Terrains hémilysiens (ou terrains de transition compacte, formés en partie par voie de sédiment, et en partie par voie chimique. Ex.: Schiste, ardoise, calcaire métallifère.)

Terrains izémiens (ou de sédiment).

* *Iz. abyssiques* (ou de sédiment inférieur; terrain secondaire. Ex. : Terrains houillés et carbonifères; calcaire conchylien, gypse, sel marin, lias).

* *Iz. pélagiques* (ou de sédiment moyen; terrain secondaire. Ex. : Calcaire jurassique; craie.)

* *Iz. thalayssiques* (ou de sédiment supérieur; terrains tertiaires. Ex. : Calcaire grossier.)

Terrains clysmiens (formés par transport ou alluvion. Ex. : Terrain limoneux, etc.)

§§. Période Jovienne, c'est-à-dire de l'époque actuelle, ou terrain post-diluvien.

Terrains alluviens (formés par transport ou alluvion.)

Terrains lysiens (qui ont été dissous et formés par voie chimique.)

Terrains pyrogénés (volcaniques ou ignés actuels.)

216. Quelques-unes des couches régulièrement stratifiées (ou de sédiment) appartenant à la division des terrains dits *primitifs*, ou bien à celle des terrains de transition, ressemblent aux terrains plutoniques, en ce qu'elles ne renferment aucune trace de débris organiques; on doit donc penser que leur formation a précédé la création des êtres vivants. Mais à mesure que l'on examine des couches d'une formation plus récente, on y trouve des débris organiques de plus en plus abondants et provenant d'êtres de plus en plus semblables à ceux qui peuplent aujourd'hui la surface du globe.

Ce sont des débris d'animaux aquatiques très singuliers (trilobites, coquilles, etc.) qui se montrent les premiers; on les trouve dans le calcaire métallifère, constituant la dernière couche des terrains de transition. Dans les terrains secondaires qui surmontent ces couches (terrains de sédiment inférieur), on trouve d'abord des plantes fossiles et de grands dépôts de houille, substance qui paraît provenir de la décomposition des végétaux existant alors à la surface du globe. Dans les couches supérieures de ce groupe de terrains, et dans les terrains de sédiment moyen, c'est-à-dire, dans les diverses formations antérieures à la craie, et dans cette dernière couche, on trouve des débris d'énormes reptiles aquatiques qui aujourd'hui n'existent plus (crocodiles, plésiosaures, ichthyosaures et des ammonites, etc.). Mais ce n'est guère que dans les

terrains dont la formation est postérieure à celle de la craie (terrains de sédiment supérieur ou tertiaires) que l'on rencontre des ossements de mammifères.

217. D'après la nature des divers terrains de transition et celle des débris organiques qu'on y rencontre, il paraîtrait que ces couches ont été formées, les unes dans l'eau douce, les autres dans l'eau de la mer, et que les mêmes localités ont été à plusieurs reprises envahies et abandonnées, soit par la mer, soit par des amas considérables d'eau douce. Quelques-unes de ces couches sont même formées presqu'en entier par des coquilles et d'autres débris organiques, ainsi déposés par les eaux. Aujourd'hui encore, il se fait des dépôts analogues à l'embouchure de beaucoup de rivières. Entraînées par les courants dans d'autres localités, les substances tenues en suspension dans l'eau (sable, limon, etc.), exhaussent le terrain en se déposant, et forment ce que l'on nomme des *alluvions*.

218. Nous sommes également témoins de la formation de divers terrains plutoniques, par suite des éruptions volcaniques. On donne le nom de *volcans* à des ouvertures ou fentes qui se forment dans différentes parties de la croûte solide du globe et qui vomissent de temps en temps des jets de substances embrasées, et des torrents de matières fondues. Ces bouches ignivomes sont presque toujours placées au sommet de montagnes isolées, coniques, et creusées dans leur partie supérieure d'une cavité en forme de coupe, qu'on nomme *cratère*. On connaît plus de deux cents *volcans brûlants*, ou qui sont actuellement en activité. Ils sont situés dans des îles ou sur les continents, le long des côtes, presque toujours dans le voisinage de la mer. Rarement ils sont

isolés; mais on les trouve réunis par groupes à l'entour d'un centre, ou disposés en série à la suite les uns des autres. Outre les volcans en activité, l'intérieur de nos continents renferme un grand nombre de *volcans* éteints : on en compte plus d'une centaine en France, dans l'Auvergne, le Vivarais et les Cévènes. Les volcans dits en activité ne vomissent pas continuellement de la flamme ou des matières fondues : la plupart restent, pour ainsi dire, dans l'inaction pendant un temps considérable, après lequel se manifeste tout-à-coup une de ces crises passagères appelées *éruptions*. Les signes précurseurs des éruptions sont des tremblements de terre, des bruits souterrains, l'émission d'une grande quantité de vapeur ou de fumée épaisse, qui s'élève sous la forme d'une immense colonne, dont le sommet s'arrondit en se dilatant. Bientôt cette colonne est traversée par des jets de matières pulvérulentes et de pierres embrâsées qui s'élancent en divergeant, comme des gerbes d'artifice, et retombent autour de la bouche du volcan, sous forme d'une pluie de cendres et d'une grêle de scories ou de pierres. Enfin, il s'élève du fond du cratère une matière incandescente et visqueuse, appelée *lave*, semblable à un métal en fusion. Elle remplit d'abord toute cette énorme coupe, puis déborde, sur les flancs du cône, et se répand sur le sol voisin avec plus ou moins de vitesse, en entraînant ou enveloppant tout ce qui se trouve sur son passage. Quelquefois la lave en s'élevant occasione par sa pression des ruptures ou des fentes longitudinales dans les flancs de la montagne, et elle jaillit par cette nouvelle issue comme un torrent impétueux. Après l'éruption, ces fentes se bouchent par la consolidation de la lave, et deviennent de grands filons en forme de murs, auxquels on

donne le nom de *dykes*. L'émission des laves est ordinairement suivie d'une nouvelle projection de matières pulvérulentes.

Les matières gazeuses qui se dégagent des volcans sont composées principalement de vapeur d'eau chargée de substances acides, telles que l'acide sulfureux et l'acide hydro-chlorique. Les déjections pulvérulentes se composent de portions de la substance même des laves, entraînées à l'état de mollesse par les gaz qui sortent du fond du cratère avec une vitesse extraordinaire. Ces matières se divisent encore et se figent dans l'atmosphère ; et suivant le degré de division auquel elles parviennent et l'aspect qu'elles présentent, elles reçoivent les noms de *scories*, de *sables* et de *cendres volcaniques*. Ces dernières, qui n'ont rien de commun que le nom et l'apparence avec le résidu de la combustion des matières végétales, sont quelquefois d'une si grande finesse qu'elles pénètrent partout, dans les lieux où elles retombent, et peuvent être transportées par les vents à des distances de plus de cent lieues. Les pluies de cendres et de sables volcaniques produisent souvent sur le sol des couches fort épaisses, qui, tassées et pénétrées par l'eau, forment des tufs *volcaniques*. Les laves qui, à la sortie du volcan, sont ordinairement très fluides, acquièrent bientôt de la viscosité et leur marche se ralentit. Parvenues sur des terrains plats, elles emploient quelquefois plusieurs jours pour s'avancer de quelques pas. Cependant le refroidissement n'est rapide qu'à la superficie des courants de lave ; leur intérieur peut conserver sa chaleur et sa fluidité pendant des années entières. On en cite qui fumaient et coulaient encore plus de huit ans après leur sortie du cratère. Les laves en état de fusion et d'incandescence bouillonnent et dégagent des vapeurs qui les rendent plus

poreuses et boursoufflées vers leur partie supérieure, en sorte que chaque coulée est recouverte d'une couche de véritables scories.

On a vu quelquefois sortir d'une montagne volcanique pendant l'éruption, des torrents d'eau boueuse ; mais c'est un phénomène assez rare, avec lequel on a confondu les inondations causées, soit par la fonte des neiges sur la cime des volcans, soit par les eaux que lancent à l'état gazeux les volcans eux-mêmes, et qui, se refroidissant rapidement dans l'atmosphère, retombent presque subitement sur le sol.

L'effet des volcans à cratère de l'époque actuelle sur les modifications de la surface du globe est tout-à-fait local, et se borne à élever dans quelques contrées, sous forme de montagnes coniques, des tas de matières auparavant ensevelies dans la profondeur, à couvrir le sol environnant de longues traînées de laves, et à faire naître subitement des îles au milieu des mers; car il existe des volcans sous-marins aussi bien que des volcans terrestres. Tout porte à croire que les agents volcaniques étaient plus puissants et plus actifs autrefois qu'ils ne le sont aujourd'hui. Mais pour bien se représenter tous les changements qu'ils ont pu produire à la surface du globe, il ne faut pas restreindre l'idée de leur action aux effets des volcans à cratère, et aux éruptions de laves accompagnées de scories. En effet, il existe encore des montagnes volcaniques qui n'ont point de cratères, et d'où les laves s'échappent par des crevasses latérales, sous forme de bandes étroites ou de nappes plus ou moins larges. D'autres ne présentent aucune ouverture, ni à leur sommet, ni sur leurs flancs ; elles ont été soulevées en une masse solide ou simplement ramollie, sous la forme de *pics* ou de *dômes*. Quelques uns de ces pics sont

creux dans leur intérieur, et l'action volcanique qui s'y exerce ne se manifeste au dehors que par l'ébranlement des terrains d'alentour, le bouleversement et la rupture de leurs couches. Mais il est arrivé fréquemment que des cratères se sont ouverts dans ces montagnes, postérieurement à l'époque de leur soulèvement. Enfin, les courants de laves ne sortent pas toujours du sommet ou des flancs d'une montagne volcanique : on a vu de longues fentes se former dans une plaine et la lave jaillir tout le long de ces crevasses, en se répandant sur le sol environnant, sous forme de couches ou de nappes d'une grande étendue. Quelquefois aussi les matières soulevées, auxquelles ces fentes livrent passage, sortent çà et là en plus grande abondance, de manière à former une suite de buttes disposées sur une même ligne. Les phénomènes d'éruption produits par les agents volcaniques ont donc varié beaucoup dans leur mode d'apparition à la surface du globe; ils n'ont pas moins varié par la nature des matières qu'ils ont soulevées ou rejetées. En effet, ces matières, au moment de leur sortie, se sont trouvées tantôt à l'état fluide, et tantôt plus ou moins ramollies, ou même complétement solides; et par le refroidissement elles ont donné des roches, tantôt cristallines ou compactes, comme des trachytes et des basaltes, tantôt poreuses et scoriacées, comme la plupart des laves modernes. On voit que les éruptions volcaniques, envisagées d'une manière générale, se rattachent aux phénomènes de soulèvement dont nous avons précédemment parlé.

Quand les volcans sont depuis long-temps en repos, ou qu'ils s'éteignent, leur sol encore fumant dégage des vapeurs de soufre qui se déposent à la surface des anciennes laves. De semblables terrains se nomment des *solfatares* ou soufrières naturelles:

telle est celle des environs de Pouzzole, dans le royaume de Naples.

219. On a quelquefois comparé aux phénomènes volcaniques des phénomènes qui n'ont avec eux qu'une faible analogie, et qui dépendent de causes d'une autre nature. Ce sont ceux que produisent les dégagements de gaz et de vapeurs, que l'on observe en quelques endroits, particulièrement en Italie, et qui entraînent et rejettent souvent avec force des matières terreuses, délayées par l'eau. Ces déjections ont lieu à différents intervalles, comme par une sorte d'explosion, et il se fait autour des ouvertures qui les vomissent, de petits cônes terreux, provenant de la consolidation de la vase. Ces cônes, dont la hauteur n'est que de quelques pieds, sont terminés par un cratère rempli d'une boue liquide, d'où s'échappent, par moments, de grosses bulles de gaz. Les terrains où s'observent ces phénomènes ne présentent aucun des caractères des terrains volcaniques; ce sont presque toujours des terrains argilo-sablonneux, dont le fond est humide et fangeux; et les dégagements de gaz paraissent dus à des actions chimiques qui s'opèrent, à peu de profondeur, au sein de certaines couches minérales. On a donné à ces phénomènes les noms de *volcans d'air, volcans d'eau et de boue ;* mais parce que l'eau et la boue que rejettent ces prétendus volcans est ordinairement salée, ils sont connus particulièrement sous le nom de *salses*. Dans d'autres parties de l'Italie, on trouve des amas plus ou moins considérables d'une eau bourbeuse d'où s'exhalent, avec impétuosité, des gaz et des vapeurs d'eau bouillante. Ces amas d'eau, que produisent les vapeurs mêmes en se condensant, sont appelés *lagonis*, d'après le nom que leur donnent les Italiens. De simples dégagements de gaz peuvent avoir lieu sans

être accompagnés des phénomènes qui caractérisent les salses et les lagonis. On connaît de pareilles sources gazeuses dans une multitude de lieux. Ces jets de gaz, de quelque manière qu'ils sortent de la terre, sont généralement susceptibles de s'enflammer, soit naturellement, soit par l'approche d'un corps en ignition, et de donner lieu à ce que l'on appelle des *fontaines ardentes*.

220. La constitution géologique des terrains peut intéresser beaucoup le médecin, à raison de l'influence qu'elle exerce sur les eaux qui surgissent à la surface du sol. En effet, les eaux pluviales et celles qui proviennent de la fonte des neiges et des glaces des hautes montagnes, s'infiltrent, en partie, dans les fissures du sol ou à travers les terrains perméables, et descendent ainsi dans l'intérieur de la terre jusqu'à ce qu'elles rencontrent des couches qui soient impénétrables pour elles. Alors elles glissent sur la surface de celles-ci en suivant les sinuosités des fissures ou des intervalles qui les séparent des couches supérieures, et après un trajet plus ou moins long, elles viennent sortir à la surface du sol. Or, en traversant ainsi des terrains différents, les eaux rencontrent sur leur passage des matières solubles, et les dissolvent. Presque toujours les eaux terrestres se chargent ainsi de divers sels (carbonate de chaux, sulfate de chaux, chlorure de sodium, etc.), et lorsque ces matières s'y trouvent en assez grande quantité pour leur donner une saveur particulière et des propriétés médicinales, on leur donne le nom d'*eaux minérales*.

La température des eaux minérales et des autres eaux de source est très variable: les unes sont chaudes, quelquefois presque autant que l'eau bouillante; les autres n'ont que la température de l'atmosphère, et ces différences dépendent aussi des couches plus

ou moins profondes qui sont traversées par ces courants. En effet, des observations nombreuses prouvent que, sur chaque point de la terre, les températures fixes des lieux profonds sont croissantes à mesure qu'on descend à de plus grandes profondeurs; or, la température des eaux minérales doit être celle des couches dans lesquelles elles ont séjourné. Il s'en suit donc qu'elle doit être d'autant plus élevée, que ces eaux ont pénétré plus profondément dans la croûte solide du globe.

La profondeur à laquelle les eaux pénètrent, peut exercer aussi de l'influence sur la quantité de matières dont elles se chargent. La chimie nous apprend que la quantité de gaz qu'une eau peut absorber, estimée en poids, est d'autant plus considérable, que ce gaz est plus comprimé : il en résulte qu'à des profondeurs considérables, l'eau peut se charger de beaucoup plus de gaz (d'acide carbonique, par exemple) que si elle était soumise seulement à la pression atmosphérique ordinaire; et comme les gaz dont ces eaux se chargent alors, leur permettent souvent de dissoudre des matières qu'elles ne pourraient pas attaquer si elles étaient pures (des carbonates terreux par exemple), on voit combien cette circonstance, toute physique, peut modifier leur composition.

221. Les eaux minérales ou médicinales peuvent contenir, en dissolution, des substances très variées; mais cependant on peut généralement les rapporter à cinq classes, suivant la nature des principes qui y prédominent, savoir : 1° les *eaux salines ;* 2° les *eaux acidules ;* 3° les *eaux ferrugineuses ;* 4° les *eaux sulfureuses*, et 5° les *eaux iodurées.*

222. Les *eaux salines* peuvent contenir de l'acide carbonique, de l'oxyde de fer, de l'acide hydrosulfurique, etc.; mais ces corps n'y sont jamais qu'en

très petite proportion, eu égard à celle des matières salines non ferrugineuses, telles que des sulfates de soude, de chaux, de magnésie, des carbonates des mêmes bases, et des chlorures de sodium et de magnésium. Dans les *eaux salines amères et purgatives*, c'est, en général, le sulfate de magnésie qui domine; les *eaux alcalines* contiennent beaucoup de carbonate de soude; les *eaux salées* (celles de la mer par exemple) sont principalement chargées de chlorure de sodium; les *eaux terreuses* ou *incrustantes* doivent, en majeure partie, leurs propriétés au carbonate de chaux qu'elles tiennent en dissolution à la faveur de l'acide carbonique qu'elles renferment; enfin les *eaux dures* ou *crues* (telles que les eaux de puits de Paris) sont saturées de sulfate de chaux.

223. Les *eaux acidules* sont caractérisées par la présence d'une grande quantité d'acide carbonique et par l'absence d'acide hydro-sulfurique ou d'oxyde de fer en quantités notables. Souvent ces eaux contiennent jusqu'à cinq ou six fois leur volume de gaz acide carbonique, et on y rencontre un grand nombre de sels, tels que des carbonates et des sulfates de chaux, de soude et de magnésie, et des chlorures des mêmes bases.

224. Les *eaux ferrugineuses* doivent leurs propriétés les plus remarquables au carbonate de fer qui s'y trouve dissous dans un excès d'acide carbonique. On y rencontre quelquefois du sulfate de fer et en général des carbonates de chaux, de magnésie et d'autres sels terreux ou alcalins, tels que des sulfates de soude, de magnésie ou de chaux, des chlorures de sodium, de calcium et de magnésium, etc.

225. Les *eaux sulfureuses* renferment toujours une quantité plus ou moins considérable d'acide hydro-sulfurique, soit entièrement libre, soit en

partie combiné avec de la soude ou avec un sulfure alcalin. On y trouve aussi la plupart des sels alcalins et terreux qui existent dans les eaux acidules; quelquefois il y existe une matière végéto-animale particulière.

226. Enfin les *eaux iodurées* sont des eaux sulfureuses plus ou moins riches en hydriodates alcalins.

227. Les eaux minérales qui surgissent des terrains primordiaux, sont presque toutes thermales et possèdent même en général une haute température. Les matières dominantes qu'elles renferment assez constamment, sont le gaz acide hydro-sulfureux, l'acide carbonique libre, des sels à base de soude, de la silice, peu de sels à base de chaux, excepté quelquefois du carbonate de chaux et peu de fer.

Les eaux des terrains de sédiment, tant inférieurs que supérieurs, participent des propriétés des eaux inférieures, et rien ne nous apprend si plusieurs des eaux qui viennent de ces terrains, ne viennent pas primitivement de dessous les terrains primordiaux. On sent que, dans ce cas, le long trajet qu'elles ont fait, a pu modifier leur nature et sur-tout abaisser leur température. Néanmoins, on trouve encore, dans ces terrains, des eaux qui sont très chaudes. L'acide carbonique s'y présente encore, mais plus rarement, et on n'y rencontre presque plus le gaz acide hydro-sulfureux. Les minéraux dominants sont encore les sels à base de soude; mais le carbonate de soude y est beaucoup plus rare, tandis que le sulfate de chaux se montre dans presque toutes ces eaux. La silice ne s'y voit presque jamais.

Les eaux minérales des terrains de sédiment supérieurs sont aussi bien caractérisées que celles des terrains primordiaux placées à l'autre extré-

mité de la série. Elles ont toutes la température moyenne du lieu d'où elles sourdent, et sont ce qu'on appelle *froides*. Enfin, celles dont la position géologique est la mieux déterminée, et ce sont les plus nombreuses, appartiennent évidemment, soit aux assises inférieures du calcaire grossier, soit plus probablement à la formation des argiles plastiques qui recouvrent le grand bassin de craie qui s'étend dans tout le nord de la France et dans le midi de l'Angleterre. On n'y trouve presque plus de gaz acide carbonique libre, et les sels dominants sont le carbonate et le sulfate de chaux, le sulfate de magnésie et le carbonate ou le sulfate de fer.

Enfin, les terrains de trachytes et les terrains volcaniques, tant anciens que nouveaux, présentent assez souvent des eaux minérales analogues, par leur composition et par leur température, à celles qui sortent des granites ou des autres roches primordiales.

DEUXIÈME PARTIE.

I.

PHYSIQUE.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

D'après l'étymologie du mot *Physique* (du grec φυσις), cette science comprendrait l'étude de la nature; mais l'usage en a restreint l'acception, et il ne s'applique aujourd'hui qu'à cette branche des sciences naturelles qui fait connaître les propriétés véritablement générales des corps, décrit les actions mécaniques qu'ils exercent les uns sur les autres, et déduit les lois en vertu desquelles ces propriétés exercent ces actions.

228. On donne le nom de *matière* à tout ce qui peut affecter un ou plusieurs de nos sens. Les propriétés de la matière se divisent en deux classes : la première renferme les propriétés particulières qui n'appartiennent pas à tous les corps, ou qui varient d'un corps à un autre, comme la couleur, l'odeur, la forme ; la seconde comprend les propriétés générales : l'*étendue*, l'*impénétrabilité*, la *porosité*, la *divisibilité*, la *compressibilité*, l'*élasticité*, la *mobilité*, l'*inertie* et la *pesanteur*.

229. L'ÉTENDUE des corps est cette propriété qu'ils ont d'occuper dans l'espace une dimension en *longueur*, *largeur* et *épaisseur*.

Pour apprécier ces dimensions, on les mesure, c'est-à-dire, qu'on les compare avec d'autres dimensions analogues pour en connaître le rapport. La longueur quelconque à laquelle on compare ainsi les dimensions d'un corps est appelée *unité de mesure*, et on la subdivise en un nombre plus ou moins grand de parties, pour exprimer le rapport des longueurs moindres avec cette unité. Cette unité est nécessairement arbitraire et varie dans chaque pays; mais dans le nouveau système métrique employé en France depuis la révolution, elle est puisée dans la nature; elle consiste dans la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre, et se nomme *mètre*. Cette unité de mesure appliquée à la détermination d'une seule, de deux ou de trois dimensions des corps donne leur longueur en superficie (longueur et largeur), ou leur volume (longueur, largeur et épaisseur). Elle est la base de toutes les mesures. Mais, afin de simplifier l'expression des résultats obtenus par son usage, on désigne par des noms différents plusieurs d'entre elles, comme on pourra le voir dans le tableau suivant :

Noms systématiques.	Valeur.
Mesures de longueur.	
Mètre.	*Unité fondamentale des poids et mesures.*
Décimètre.	10ᵉ de mètre.
Centimètre.	100ᵉ de mètre.
Millimètre.	1000ᵉ mètre.
Mesures itinéraires.	
Myriamètre.	10,000 mètres.
Kilomètre.	1000 mètres.
Decamètre.	10 mètres.

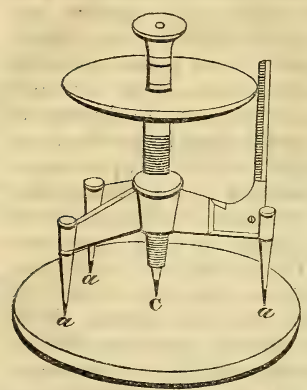
*

Noms systématiques.	Valeur.
Mesures agraires (superficie).	
Hectare	10,000 mètres carrés.
Are	100 mètres carrés.
Centiare	1 mètre carré.
Mesures de solidité.	
Stère	mètre cube.
Décistère	10e de mètre cube.
Mesures de capacité pour les liquides.	
Décalitre	10 décimètres cubes.
Litre	décimètre cube.
Décilitre	10e de décimètre cube.
Mesures de capacité pour les matières sèches.	
Kilolitre	1 mètre cube ou 1000 décimètres cubes.
Hectolitre	100 décimètres cubes.
Décalitre	10 décimètres cubes.
Litre	décimètre cube.
Poids.	
Millier	1000 kilogrammes (poids du tonneau de mer.)
Quintal	100 kilogrammes.
Kilogramme	poids d'un décimètre cube d'eau à la température de 4° au-dessus de la glace fondante.
Hectogramme	10e du kilogramme.
Décagramme	100e du kilogramme.
Gramme	1000e du kilogramme.
Décigramme	10,000^{e} du kilogramme.

Pour déterminer les dimensions des corps, on se

sert le plus ordinairement d'instruments très simples, du *compas*, de la *règle*, et du *vernier*, instrument très commode pour subdiviser une échelle de parties égales en parties aussi petites qu'on le désire sans faire un nouveau tracé. Pour arriver à ce résultat, il suffit d'appliquer contre la règle qu'on veut diviser une autre échelle dont les parties aient avec la première un rapport connu. Si, par exemple, la règle AB est divisée en sept parties égales, et qu'on veuille s'en servir pour mesurer une longueur moindre, on voit facilement par la superposition, que cette ligne contient, par exemple, six divisions entières de la règle, plus une fraction dont la grandeur absolue et le rapport à une division entière sont inconnus. Pour déterminer l'une et l'autre, on construit une autre règle CD divisée aussi en parties égales, mais plus petites que les premières et dans une proportion connue, de manière qu'un nombre quelconque de divisions de la grande règle en renferme un nombre exact de la petite que l'on nomme *vernier*. Si la grande règle est divisée en sept parties et le vernier en huit, le premier et le dernier trait coïncideront; mais entre ces deux extrêmes, la coïncidence n'aura pas lieu et les divisions du vernier étant plus petites d'un huitième, chacune d'elles sera en arrière des traits de l'autre règle de cette quantité qui est la différence de grandeur; ainsi la deuxième division sera en arrière de 2/8; la troisième de 3/8; la quatrième de 4/8; jusqu'à la 8e et dernière qui doit se se rapporter avec le dernier trait de la grande règle. A l'inspection d'un instrument muni d'un vernier, on verra, sans nulle difficulté, la manière de s'en servir, en le faisant avancer ou reculer.

On mesure aussi les surfaces courbes avec le *sphéromètre*, instrument dont l'inspection explique à l'instant la manière de s'en servir.



On compare très souvent les corps par rapport à leurs trois dimensions, lorsqu'ils n'ont pas une forme parfaitement régulière; on se sert alors d'*aréomètres* pour les liquides, de la *balance de Nicholson* pour les solides, et de *cloches graduées* pour les corps gazeux, instruments dont nous aurons à parler dans la suite.

230. Impénétrabilité. On nomme impénétrabilité cette propriété qu'ont les corps de ne pouvoir s'identifier ou occuper en même temps le même espace qu'un autre corps. Cette propriété est évidente pour les corps solides, et si quelquefois il y a pénétration apparente, elle ne provient que de ce que les particules intégrantes ne sont pas immédiatement appliquées les unes sur les autres ou sont assez mobiles les unes autour des autres, pour permettre d'introduire entre elles des corps étrangers.

231. Divisibilité. Tous les corps peuvent être divisés en parties plus petites, et pour un grand nombre cette division peut être portée à un point qui étonne l'imagination. Ainsi :

Le poids d'un grain d'or que sa ductilité permet de réduire en feuilles, peut couvrir une surface de

cinquante pouces carrés, chacun de vingt-sept millimètres de côté. Concevant le millimètre divisible en huit parties visibles à l'œil, on aura 46,656 petits carrés dans une feuille d'or de vingt-sept millimètres de côté; mais il y en a cinquante, ce qui donne plus de deux millions de parties sensibles.

Trois décagrammes d'or dont on couvre un cylindre d'argent passé à la filière jusqu'à le rendre aussi fin qu'un cheveu et mis ensuite au laminoir, donnent une lame dorée de 444,000 mètres de long.

Le diamètre de la laine ordinaire est de 5/600 de millimètre. Celui de la laine du mérinos est de 2/100, et celui de la soie d'un 1/100. Chacune de ces substances contient des éléments très dissemblables sécrétées par l'animal, et que cependant la chimie peut isoler les uns des autres et rendre sensibles à la vue.

Wollaston a fait des fils de platine de 1/1200 de millimètre. Que dire des fils d'araignée formés de six autres fils sortant d'abord de six mamelons placés sous le ventre de l'animal, lesquels mamelons sont à peine de la grosseur d'une petite tête d'épingle, et possèdent néanmoins une organisation très compliquée?

Que penser de ces animaux microscopiques que l'œil ne saurait découvrir, ni dans l'eau, ni dans le vinaigre, et auxquels on aperçoit cependant des nageoires, des panaches vibratiles, et même des vaisseaux dans lesquels circulent un liquide coloré?

Un centigramme d'indigo donne une couleur assez intense à 100,000 grammes d'eau; mais chaque gramme pouvant se diviser en 1,000 parties, un centigramme peut donc colorer 100,000,000 de parties.

232. Avant d'aller plus loin, expliquons ce qu'on entend par *atômes* et *molécules*, ces expressions

devant se reproduire fréquemment dans la suite de ce résumé.

L'ensemble des phénomènes et des connaissances acquises nous autorise à dire aujourd'hui que la matière ne peut se diviser à l'infini; aussi admettons-nous à *priori*, comme une vérité, l'existence des atômes. On appelle *atôme* la particule d'un corps qui n'est plus sécable, ou qui est à la plus haute expression de divisibilité. On donne, au contraire, le nom de *molécules* aux groupes supposés de plusieurs atômes. Les molécules moins rapprochées entre elles, donnent au corps sa structure, tandis que les atômes lui donnent son volume et sa forme, suivant qu'ils diffèrent eux-mêmes dans leur arrangement, dans leur nombre et leur forme.

233. Porosité. La matière est formée de particules ou *atômes* qui ne sont pas assez rapprochés pour ne laisser entre eux aucun vide. Ces intervalles sont connus sous le nom de *pores*; et la porosité, ou la faculté d'avoir des pores, est mise au nombre des propriétés générales de la matière; mais elle n'appartient pas à tous les corps au même degré, et il en résulte des différences importantes à connaître. La porosité d'un corps ne consiste pas dans la faculté qu'il possède de laisser passer à travers sa propre substance, des liquides ou des gaz; mais cette propriété est une conséquence d'un certain degré de porosité. Les trous que l'on rencontre dans l'éponge sont des pores; tous les tissus que l'art produit sont poreux, tels que le papier, les feutres, les étoffes qui laissent passer différents liquides comme l'eau, l'huile, l'alcool, le mercure.

Les règnes animal et végétal offrent de nombreux exemples de porosité. Il suffit de citer les phénomènes de la nutrition et de la transpiration : l'absorption de l'eau par l'éponge; le bois, le char-

bon et l'hydrophane (pierre précieuse), sont des preuves non moins évidentes de porosité que l'exsudation de l'eau à travers une boule d'or ou d'un autre métal qu'on expose à une grande pression, ou bien que la diminution de volume d'un corps à différentes températures.

234. Masse, volume, densité. On nomme *volume* la place occupée dans l'espace par un corps. Celle qui n'est occupée que par sa substance propre est nommée *volume réel* ou *masse*. Cet espace occupé par la substance propre, joint à celui de tous les pores, donne ce que l'on appele *le volume apparent*, ou simplement le volume.

On dit d'un corps, qui contient sous un même volume apparent plus de masse, qu'il a plus de densité. La *densité* est donc le rapport de la masse au volume, c'est-à-dire le quotient du premier par le second. De ces définitions on tire ces conclusions:

1° A volume égal les densités du corps sont proportionnelles à leurs poids;

2° A poids égal elles sont en raison inverse des volumes;

3° Les densités sont comme le rapport direct des poids multipliés par le rapport inverse des volumes;

4° Le poids d'un corps est égal à son volume, multiplié par sa densité;

5° Le volume d'un corps est égal à son poids divisé par sa densité.

235. Compressibilité. *C'est la propriété qu'a la matière de se réduire à un moindre volume apparent.* Elle dépend de l'existence des pores entre les molécules des corps et de leur flexibilité plus ou moins grande. Or, tous les corps sont poreux, et tous cèdent à la pression d'une force quelconque;

il en résulte que tous sont plus ou moins compressibles.

Dans un grand nombre de corps, cette propriété est facile à constater; ainsi l'air et les gaz se compriment dans le briquet à air; et les corps les plus durs, les pierres elles-mêmes, chargées d'un très grand poids sont comprimées. La pièce de monnaie, sous le poids de l'énorme balancier, diminue de volume. L'eau diminue aussi par la pression, mais très-peu; seulement de 48/100000 par atmosphère.

236. L'ÉLASTICITÉ *est la propriété qui fait qu'un corps revient à son état primitif, quand la force qui changeait son volume ou sa forme a cessé d'agir.* Ceci se vérifie en enfonçant le piston d'un briquet à air et le laissant remonter. Les liquides sont dans le même cas. De tous les corps, les moins élastiques sont les solides. Une bille d'ivoire qu'on laisse tomber sur un plan de marbre très légèrement huilé, laisse une trace d'autant plus large sur ce plan qu'elle est tombée de plus haut. Or, comme une surface ronde ne peut toucher un plan qu'en un seul point, il est évident que la bille ne s'est relevée qu'après s'être aplatie. On peut essayer l'élasticité des corps, par la flexion, la pression, la torsion et la traction.

237. DILATABILITÉ. *C'est une propriété en vertu de laquelle les corps occupent plus ou moins de volume, selon la température à laquelle ils sont soumis.* L'air se dilate : on en a la preuve en se servant d'un tube à boule qui contient une colonne de liquide coloré à sa partie supérieure. Il suffit d'en échauffer l'air intérieur avec la main pour voir monter cette colonne; elle redescend au point qu'elle occupait d'abord au premier abaissement de température.

Les thermomètres nous fournissent des exemples

de la dilatation des liquides. Quant à la dilatation des solides, on peut la démontrer par l'expérience suivante: que l'on chauffe une boule métallique qui passe juste à travers un anneau lorsqu'elle est froide, et il sera facile de voir qu'au rouge sombre, l'anneau sera trop étroit.

Puisque la température varie incessamment et par une foule de causes, il faut donc croire que jamais les corps n'ont le même volume apparent; et si leurs parties ne sont jamais en repos et jamais à la même distance, il faut en conclure aussi l'activité perpétuelle de la matière.

238. Mobilité. Le mouvement est l'état d'un corps qui occupe successivement divers points de l'espace, ou qui change de position par rapport aux corps environnants.

Le repos, au contraire, est l'état d'un corps qui, pris à divers moments ou époques de sa durée, occupe les mêmes parties de l'espace, par les mêmes points matériels, ou qui occupant, soit des parties différentes par les mêmes points, soit les mêmes parties par des points différents, se trouve toujours à une égale distance des corps environnants.

On conçoit aisément d'après ces définitions, qu'il doit exister plusieurs espèces de mouvements et de repos. Les principaux sont le *mouvement absolu* et le *mouvement relatif*, le *repos absolu* et le *repos relatif*.

Parlons d'abord des mouvements absolu et relatif. Un corps en mouvement absolu est celui qui occupe, à diverses époques, divers points de l'espace; peu importe que la distance à laquelle il se trouve des corps voisins, varie ou reste la même; peu importe aussi que, fixé à la même place, relativement à un corps plus considérable que lui-même dans l'espace, il soit entraîné par le mouvement de celui-

ci, ou qu'il se meuve d'un mouvement qui lui soit propre. Ainsi, non-seulement la terre roulant au milieu de l'espace possède un mouvement absolu, mais il en est de même de tous les corps d'un moindre volume placés sur un point de sa surface.

Mais il se peut faire que sur un corps ainsi poussé par un mouvement absolu, un autre corps, qui semble faire partie du même système et être entraîné en même temps et par la même force que lui, change de place relativement à lui. Tel est un homme qui marche sur la terre. Cette sorte de mouvement se nomme mouvement relatif.

On appelle repos absolu l'état d'un corps qui, considéré en plusieurs instants différents, remplit toujours les mêmes parties de l'espace, par les mêmes parties de lui-même; et repos relatif l'état de celui qui, ne correspondant pas constamment aux mêmes parties de l'espace, est toujoursà égale distance des corps environnants.

239. Inertie. On nomme ainsi la propriété qu'ont tous les corps de persister, soit dans le repos, soit dans le mouvement. En effet, un corps mu ou stationnaire reste dans cet état, à moins qu'une force étrangère ne surmonte celle de l'inertie. C'est ce qui arrive toutes les fois qu'un corps mis en mouvement semble diminuer graduellement de vitesse et enfin s'arrêter de lui-même. Ce changement n'a lieu qu'à cause de l'action de deux résistances qui continuellement s'opposent au mouvement : l'une est la résistance du milieu où se meut le corps, tel que l'eau ou l'air; l'autre est celle du frottement

240. Attraction. Les corps tendent toujours à se rapprocher; et l'intensité de la force qui les sollicite ainsi et qui porte le nom général d'*attraction*, est toujours en raison de leur masse, c'est-à-dire de leur volume, abstraction faite des espa-

ces ou pores que laissent entre elles leurs molécules. Cette force agit par conséquent entre la terre et les divers corps qui l'entourent ou qui sont situés à sa surface. Mais comme la masse de la terre l'emporte de beaucoup sur celle de ces mêmes corps, il est évident que ce sont ces derniers qui doivent être attirés vers la terre avec bien plus de force qu'ils n'attirent la terre vers eux ; ils doivent donc tendre toujours à s'en rapprocher; et c'est ce phénomène que l'on désigne par les noms de *pesanteur,* de *gravité*, etc. Bientôt nous aurons l'occasion de revenir sur ce sujet; mais la pesanteur pouvant être regardée comme un des attributs de la matière, il était nécessaire d'en donner ici la définition.

DE LA MÉCANIQUE.

241. La *mécanique* se divise en deux parties, la *statique* et la *dynamique*. La *statique* a pour objet la détermination des conditions de l'équilibre des corps, et la *dynamique* la connaissance des lois des mouvements qui se produisent lorsque les conditions d'équilibre ne sont pas remplies.

242. Un corps est en *équilibre* quand les forces qui le sollicitent se détruisent l'une l'autre, ou quand elles sont détruites par quelque résistance. Tout corps qui nous paraît en repos est un corps en équilibre, car les forces auxquelles il est soumis se détruisent; mais si l'une d'elles vient à changer tout-à-coup d'énergie, le corps n'est plus alors en équilibre par rapport à ceux qui étaient avec lui en repos relatif, et il entre en mouvement, jusqu'à ce qu'une nouvelle force vienne l'arrêter.

243. Une force se mesure en prenant pour unité une force convenue. En général, deux forces sont

égales lorsqu'elles se font équilibre; et si, au lieu de les opposer, on les applique à un même point, on a une force double.

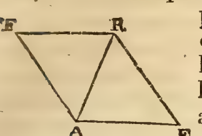
244. Lorsque deux forces agissent dans la même direction, la quantité du mouvement est égale à celle qui résulterait de l'action d'une seule force égale à la somme de ces deux forces. En effet, si au lieu d'agir simultanément, elles agissaient successivement, la première porterait le corps mobile du point A au point B, et la seconde le porterait ensuite de B en C. Or, de ce que ces deux puissances agissent en même temps, rien n'est changé quant aux effets qu'elles produisent, et il en résulte également un mouvement tel que le mobile est porté de A en C.

A B C

Lorsque deux forces égales agissent en sens contraire, elles se neutralisent et le corps reste en équilibre : cette proposition est facile à prouver par le même raisonnement que nous venons de faire. Effectivement, si l'on suppose que ces deux forces agissent successivement, il est évident que si la première force porte le mobile du point A au point B, la seconde le portera ensuite de B en A, par cela seul qu'elle est égale à la première et qu'elle agit en sens contraire ; le déplacement final sera donc nul. Il en résulte que si ces deux forces agissent en même temps, leur résultat sera aussi égal à zéro, et qu'elles se feront équilibre. Mais si l'une des deux forces était plus grande que l'autre, le déplacement, au lieu d'être nul, serait égal à leur différence et se ferait dans la direction de la plus forte; ainsi dans ce cas la force la plus grande, que nous appellerons A, agirait comme si la force la plus faible B n'existait pas, mais avec une intensité égale à A—B.

A B

245. Si un corps mobile, après avoir été porté du point A au point F par l'action de la force dont la direction et l'intensité sont représentées par la ligne AF, est sollicité par une autre force égale à la première, mais agissant suivant la direction

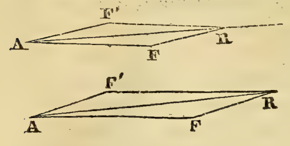


de la ligne FR, il est évident qu'il se portera d'abord au point F, puis au point R, et si la force FR, au lieu de n'agir sur le mobile que lorsqu'il est parvenu au point F, vient à solliciter ce corps pendant la durée du mouvement produit par la force FA, il est également évident que le résultat final devra être le même et que le mobile arrivera également au point R; seulement la direction qu'il suivra pour y parvenir ne sera plus les deux côtés du triangle AFR, mais bien la ligne droite AR. Or, la force unique qui produirait le même effet que ces deux forces et que l'on pourrait représenter par la ligne AR, est ce que l'on nomme la *résultante*.

246. *La résultante de deux forces qui forment entre elles un angle quelconque, est égale en intensité et en direction à la diagonale du parallélogramme, dont les côtés contigus sont formés par les lignes représentant ces mêmes forces composantes.*

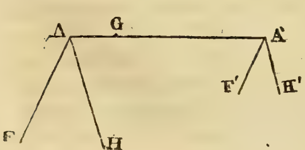
Cette proposition, connue sous le nom de *théorème du parallélogramme des forces* est facile à démontrer, et pour se convaincre de son exactitude, il suffira de jeter les yeux sur les figures ci-jointes. On verra que lorsque les deux forces composantes AF et AF′ sont égales, la résultante doit former, avec chacune d'elles, un angle égal, et doit suivre par conséquent la diagonale

RA d'un parallélogramme FR F'R dont les lignes FR et RF' formeraient les deux côtés, et que la résultante AR sera d'autant plus longue que, toutes choses égales d'ailleurs, les forces composantes sont moins divergentes. Ces dernières figures montrent aussi que, lorsque les forces composantes sont inégales, leur angle est inégalement partagé par la résultante, qui est toujours plus rapprochée de la force la plus grande.



La résultante de plusieurs forces agissant au même point, est tout aussi facile à trouver : car on prend d'abord la résultante de deux forces, et on la combine à une nouvelle force pour en extraire une autre résultante, et ainsi de suite.

247. D'après ce que nous avons dit plus haut, on voit que deux forces parallèles A F et A' F' agissant sur une même ligne, peuvent être remplacées par une force unique qui est leur résultante et dont on trouvera l'intensité, la direction et le point d'application par les principes suivants : 1° la résultante de deux forces parallèles est égale à leur somme, si elles agissent dans un même sens, et égale à leur différence, si la direction des composantes est contraire. 2° Elle est parallèle aux composantes. 3° Elle est appliquée au point G qui est placé de façon que les distances G A et G A' soient en raison inverse des forces



F A et F′ A′. Ce point d'application de la résultante s'appelle le *centre des forces parallèles*. Une propriété remarquable de ce point, c'est qu'il reste le même quand les forces changent de direction absolue en conservant leur parallélisme : car si les mêmes forces agissent suivant A H et A′ H′ leur résultante passerait encore par le point G, puisque les forces n'ayant pas changé d'intensité, leur grandeur serait encore en raison inverse des distances G A et G′ A′.

248. D'après ce que nous venons de dire sur l'action des forces combinées, on voit que tout mouvement en ligne droite peut être le résultat de l'action d'une seule ou de plusieurs forces. Pour les mouvements courbes ou circulaires, il n'en est pas de même, et on ne peut les expliquer que par l'action combinée de deux ou de plusieurs forces. Ainsi un corps qui décrit un cercle, une boule qui est attachée par un fil à un point de rotation, ou bien les planètes qui tournent autour du soleil, sont soumises à l'action de deux forces qui doivent agir continuellement; on les appelle *forces centrales*, et on les distingue en *force centrifuge* et *force centripète*.

249. La force centrifuge est la cause de la tension d'un fil extensible à l'extrémité duquel un corps en rotation est attaché, ou plutôt c'est *la cause en vertu de laquelle un corps tend à fuir le centre autour duquel il tourne, quand on lui imprime un mouvement de rotation.*

La force centripète est celle qui maintient le corps dans la sphère de rotation, et qui tend continuellement à le rapprocher du centre du mouvement. Lorsque celle-ci vient à cesser (comme lorsque le fil mentionné plus haut se casse), le mobile s'échappe par la tengente du cercle qu'il décrivait.

On démontre en mécanique que, dans des cercles inégaux décrits en même temps, la force centrifuge est proportionnelle aux rayons de ces cercles. Supposons que le rayon du cercle extérieur d'une roue soit double de celui du cercle intérieur, la force centrifuge du premier sera double de celle du second. Ce qui montre encore que la force centrifuge est dépendante de la vitesse, c'est que la corde d'une fronde est d'autant plus tendue, que la pierre tourne plus rapidement.

250. *Le mouvement*, avons-nous dit, est le transport d'un corps d'un point de l'espace à un autre : *la vitesse est le rapport qui existe entre la longueur de la ligne parcourue ou l'espace, et le temps employé pour effectuer ce mouvement.*

La matière étant inerte, c'est-à-dire, incapable de se modifier spontanément, on attribue ses mouvements à l'action de forces extérieures. Tant qu'un corps n'est sollicité par aucune force extérieure, il doit donc rester en repos ; et, puisque la matière est incapable de se donner du mouvement, elle doit être également incapable de s'en ôter ; aussi doit-elle persister dans le mouvement qui lui a été imprimé, tant que l'influence de la cause motrice n'est pas détruite par d'autres forces.

251. *Toutes choses égales d'ailleurs, la vitesse doit être proportionnelle à l'intensité de la force ;* car si une puissance égale à F suffit pour mouvoir un corps M avec une vitesse égale à V, il est évident qu'une force égale à $F+F$, imprimera à M une vitesse égale à $V+V$. D'un autre côté, si la force F, au lieu d'agir sur une masse égale à M, déplace une masse double, c'est-à-dire, égale à $M+M$, elle agira sur M comme si elle était égale à $\frac{F}{2}$

La vitesse est donc en raison inverse de la masse

mise en mouvement, et la quantité du mouvement ou l'intensité de la force est égale au produit de la vitesse multipliée par la masse. En traduisant cette loi en langage algébrique, on a par conséquent l'équation $F=MV$, F étant le représentant de l'intensité de la force, M celui de la masse, et V celui de la vitesse.

On dit qu'une force d'impulsion est double, triple ou quadruple d'une autre, quand elle produit une quantité de mouvement qui est double, triple ou quadruple; d'où résultent ces trois conséquences :

1° *Que les forces sont entre elles comme les quantités de mouvement qu'elles produisent*, ou bien *qu'elles sont entre elles comme le produit des masses par les vitesses ;*

2° *Que pour des masses égales, les forces sont entre elles comme les vitesses qu'elles impriment ;*

3° *Que pour des vitesses égales, les forces sont entre elles comme les masses sur lesquelles elles agissent.*

252. Le mouvement peut être uniforme ou varié. Le *mouvement uniforme* est produit par une force dont l'action ne persiste pas pendant la durée du mouvement. *Les espaces que le corps mobile parcourt alors dans des temps égaux sont égaux entre eux.* C'est ce qu'on exprime aussi en disant que, dans le mouvement uniforme, l'espace parcouru est égal à la vitesse multipliée par les temps employés à effectuer le transport, et on déduit de ce principe que les vitesses sont comme les espaces divisés par le temps, et les temps comme l'espace divisé par la vitesse.

253. Lorsqu'au contraire la force continue d'agir pendant toute la durée du mouvement, celui-ci devient *accéléré*, et les espaces parcourus pendant des temps égaux, augmentent. Si la force motri

reste la même pendant toute la durée de son action, il est évident que, dans chaque unité de temps, le mobile doit recevoir une nouvelle impulsion égale à celle qui lui a été communiquée dans un autre unité de temps, et que le mouvement doit devenir *uniformément accéléré.* En effet, si l'on suppose que, pendant la première seconde, le mobile acquiert une vitesse égale à g, il recevra, pendant la deuxième seconde, une nouvelle impulsion égale à la première, et sa vitesse sera égale à $2g$, c'est-à-dire doublée; pendant la troisième seconde, la même chose ayant lieu, la vitesse acquise sera alors triplée, et ainsi de suite. Cette vitesse acquise est donc proportionnelle au temps.

L'espace parcouru par l'effet de la force uniformément accélérée, est égal à la vitesse g que le mobile acquiert pendant le premier temps multiplié par le carré du temps total et divisé par 2; c'est ce qu'on exprime algébriquement par la formule

$$e = \frac{g\,t^2}{2}.$$

254. Le *mouvement uniformément retardé* est celui dont la vitesse va en diminuant de la même manière que la vitesse croît dans le mouvement uniformément accéléré. C'est ce qui arrive toutes les fois qu'un mobile mis en mouvement par une force dont l'action ne persiste pas, est ensuite sollicité en sens contraire par une force qui continue d'agir pendant toute la durée du mouvement.

Ces principes de mécanique étant posés, appliquons-les à l'explication de quelques-unes des machines les plus usitées.

255. En mécanique on donne le nom de *machine à un instrument propre à transmettre l'action d'une force sur des corps placés plus ou moins sur sa direction.* C'est à l'aide de ces machines, que

l'homme, modifiant et multipliant à son gré ses propres forces, est devenu si puissant dans les travaux immenses qu'il pratique à la surface du globe. On distingue deux espèces de machines, les simples et les composées; les premières, sont le *levier*, *la poulie* et *le plan incliné*. Les secondes ne sont que des combinaisons des premières et dont nous ne pouvons nous occuper dans ce résumé.

256. *Le* LEVIER *est une verge inflexible, droite, brisée, ou courbée, qui peut tourner autour d'un point fixe, nommé point d'appui, centre de mouvement, ou hypomochilion.* Outre le centre de mouvement, il y a dans le levier deux autres points essentiels à connaître : l'un appelé *puissance*, quand c'est par lui que s'applique la force que l'on veut imprimer; l'autre nommé *résistance*, quand c'est lui qui touche le corps que l'on veut mouvoir. Comme ces trois points varient dans leurs positions relatives, nous allons examiner les trois cas qui ont fait distinguer trois genres de leviers.

Le *levier du premier genre* est celui où le point d'appui A est entre la résistance R et la puissance P, quelle que soit, du reste, la distance des extrémités de la verge au centre de mouvement.

P R
A

Dans le *levier du second genre* la résistance R est entre le point d'appui A et la puissance P.

P R
A

Enfin, dans le *levier du troisième genre*, la puissance P est entre le point d'appui A et la résistance R.

R P
A

En général, pour tous les genres de leviers, il n'y a équilibre qu'à deux conditions : la première, que les deux forces qui sollicitent un levier tendent à le faire tourner en sens contraire; la seconde, que

leur intensité soit en raison inverse de leur bras de levier. On appelle *bras de levier* d'une force, la longueur de la perpendiculaire abaissée du point d'appui sur la direction de cette force, ou sur son prolongement. Or, pour que la seconde condition énoncée plus haut soit remplie, il faut que la première force contienne la seconde autant de fois que le bras de levier de la seconde contient le bras de levier de la première.

La première condition de l'équilibre du levier est facile à prouver; en effet, il est évident que si les deux forces P et R agissent, l'une dans la direction de P *m*, et l'autre dans la direction *n* R, le levier *m n* tournera continuellement sur le point d'appui C, sans que ces deux forces puissent se contrebalancer.

m n C P R

Pour démontrer la seconde proposition, il suffit d'appliquer à la théorie du levier les principes exposés plus haut relativement à la résultante des forces parallèles. En effet, le point d'appui C peut être considéré comme une force prête à agir dans toutes les directions, en opposition à celles qui lui seraient immédiatement appliquées. Pour qu'il y ait équilibre, il faut donc que la résultante de ces forces ou le centre des forces parallèles se trouve au point où s'applique cette force C; car, dans tout autre point de la longueur du levier, elle ne serait pas détruite par elle, et ferait mouvoir l'instrument. Nous avons vu que le centre du mouvement de deux forces parallèles se trouve toujours placé de façon que les distances qui le séparent de ces deux forces soient en raison inverse de ces mêmes forces. Et si l'on renverse la proposition, on peut dire de même, que l'intensité de ces forces doit être en raison in-

verse de la distance qui sépare chacune d'elles du centre du mouvement. Or, cette résultante étant appliquée au point d'appui du levier, il devient évident que, pour qu'il y ait équilibre, il faut que les forces composantes (savoir: la puissance et la résistance) soient en raison inverse de leurs bras de levier.

Il existe une autre méthode de déterminer les cas d'équilibre des leviers, et nous croyons essentiel de la donner ici, attendu qu'elle est fondée sur ce qu'on nomme les *vitesses virtuelles*, dont nous n'avons pas encore eu l'occasion de parler.

On nomme *vitesse virtuelle,* la vitesse que prendrait effectivement un point matériel actuellement en équilibre, s'il venait à se mouvoir par la destruction d'une des puissances qui agissent sur lui. Ceci posé, soit le levier $m\ n$ (voyez la figure ci-dessus) dont le point fixe C est placé au tiers de sa longueur; le point m soit encore sollicité par une force m P qui est la puissance, et le point n par une force n R qui est la résistance : nous disons que les points m et n seront en équilibre, si les forces sont réciproquement proportionnelles aux longueurs des bras de levier, c'est-à-dire si n R est moitié de m P, comme m C est moitié de n C. En effet, supposons pour un moment que le levier se meuve, le point m se levera en parcourant un arc de cercle dont le rayon, sera m C, et le point n s'abaissera en parcourant un arc de cercle dont le rayon sera n C. Or, ces deux arcs sont inégaux et proportionnels à leurs rayons (c'est-à-dire aux bras du levier), et si l'on suppose que les forces P m et R n soient des masses matérielles, la quantité du mouvement d'un corps étant représentée par sa masse multipliée par sa vitesse, il faudra que la masse m soit la moitié de la masse n, pour qu'en multipliant chaque masse

par sa vitesse virtuelle ou par la grandeur de l'arc qu'elle parcourrait en se mouvant, les produits soient égaux.

On exprime cette proposition en disant, qu'il y a équilibre dans un levier, quand les produits des masses par les vitesses virtuelles sont égaux; ou bien quand les produits des masses par les longueurs des bras de levier sont égaux; ou bien encore, ce qui est la même chose, quand les poids ou les forces sont réciproquement proportionnels aux longueurs des bras de levier.

Quelques exemples rendront ces principes plus faciles à saisir. Parlons d'abord des leviers du premier genre.

Supposons que le levier A B soit divisé en douze parties égales, et qu'il soit en équilibre sur un point d'appui qui en occupe le milieu. Si l'on charge l'extrémité R d'un poids de deux livres, il ne faudra, pour y faire équilibre, charger l'extrémité opposée du levier que d'un même poids, car les bras de levier de ces deux forces seront égaux; mais si, au lieu de placer le second poids à l'extrémité du levier, on le place au point P, il ne se trouvera éloigné du point d'appui que par un bras de levier égal à trois, tandis que le bras de levier de la force R restera toujours égal à six : pour maintenir l'équilibre, il faudra alors employer un poids double du premier; car, d'après la loi énoncée plus haut, il faut, pour obtenir l'équilibre que les *moments des forces* soient égaux, c'est-à-dire que ces deux puissances, mutipliées chacune par leur bras de levier, donnent un même produit. Or, $2 \times 6 = 12$ comme $4 \times 3 = 12$.

L'espèce de balance connue sous le nom de *ro-*

maine repose sur ce principe et peut servir pour en démontrer l'exactitude. Chacun sait par expérience, qu'à l'aide de cet instrument on fait équilibre à des masses très différentes avec un même poids, suivant qu'on l'éloigne plus ou moins du point d'appui du levier auquel il est fixé, et par conséquent suivant qu'on alonge plus ou moins son bras de levier, tandis que le bras de levier de la résistance reste constant.

Il en est de même pour les leviers du deuxième genre. Supposons que le levier P C fixé sur le point d'appui C et sollicité à s'élever par un poids de dix livres fixé, à l'aide d'une corde, à son extrémité opposée P, agisse sur une masse de trente livres placée au point R et tendant à l'abaisser, il y aura équilibre; car le bras du levier PC étant de trois, et le bras du levier R C étant de neuf, les forces P et R multipliées chacune par leurs bras de levier, donneront le même quotient, qui sera égal à quatre-vingt-dix. Si la résistance R, au lieu d'être séparée du point d'appui par un bras de levier égal à trois, était placée à une distance double, il faudrait, pour faire équilibre, que la puissance appliquée au point P fût aussi double de ce qu'elle était dans le premier cas.

P R C

Dans un levier du troisième genre, le bras de levier de la puissance est toujours plus court que celui de la résistance; et par conséquent pour que l'équilibre s'établisse, il faut aussi que la puissance soit plus grande que la résistance. Si, par exemple, le levier fixé au point C supporte à son extrémité opposée R un poids de 10 livres, il faudra que la puissance appliquée au point P, soit égale à 22 1/2 pour y faire équilibre, car

R P C

le bras de levier R C = 9 et le bras de levier P C = 4; or, $10 \times 9 = 90$ et $\frac{90}{4} = 22\ 1/2$.

257. Il est facile de concevoir, d'après les propriétés que nous venons de reconnaître aux leviers, que l'on peut s'en servir avec avantage pour faire équilibre à une puissance par une puissance beaucoup moindre, ou, réciproquement, pour faire mouvoir avec vitesse un point donné en employant une puissance considérable, il est vrai, mais n'ayant qu'une vitesse médiocre. Ainsi, dans un levier de premier genre, une force de 10 livres appliquée à un bras de levier de 10 pieds suffira pour soulever un poids de 100 livres qui ne sera éloigné du point d'appui que d'un pied, et si au contraire on applique à ce dernier bras de levier une force motrice dont la vitesse est de 10 par seconde, on donnera à l'extrémité opposée de la tige une vitesse de 100.

Tous les leviers ne sont pas également favorables à l'action de la puissance ou à la vitesse des mouvements. Ceux du premier genre peuvent remplir l'une ou l'autre de ces conditions, suivant que l'on alonge ou que l'on raccourcit le bras de la résistance; mais les mouvements déterminés par ceux du second genre perdent toujours en vitesse et gagnent en puissance, le bras de levier de cette dernière force étant plus long que celui de la résistance. Enfin, dans les leviers du troisième genre, la puissance est nécessairement plus grande que la résistance et sa vitesse moindre.

Jusqu'à présent nous avons supposé le levier une ligne mathématique sans volume et sans poids; mais dans la pratique il présente toujours un poids plus ou moins considérable dont il faut tenir compte dans les conditions d'équilibre. Lorsque la longueur, l'épaisseur et la densité du levier du premier genre sont les mêmes dans toute sa longueur, et lorsque

ses deux bras sont égaux, il se trouve naturellement en équilibre; mais si ces bras sont inégaux, l'un sera nécessairement plus pesant que l'autre, et il faudra tenir compte de cette différence dans l'appréciation des forces qui se font équilibre. Dans le levier du deuxième genre, la puissance aura toujours la moitié du poids du levier à supporter, et dans celui du troisième genre elle pourra être chargée de la totalité de ce poids

258. Les leviers peuvent être configurés tout autrement que nous ne l'avons supposé : ils peuvent former des angles ou des courbes, et on les appelle alors *leviers brisés*; mais dans ces cas ils n'agissent que d'après la longueur de la perpendiculaire qui les sépare du plan occupé par le point d'appui.

259. Lorsque les forces, au lieu d'être appliquées perpendiculairement au levier, comme nous l'avons supposé jusqu'ici, agissent obliquement, les résultats ne sont pas les mêmes; car elles agissent avec d'autant moins de puissance, que leur direction est plus oblique. En effet, une partie de la force est alors détruite par la résistance du point d'appui, et le mouvement produit est égal à la résultante de deux forces dont l'une agirait dans le sens de la puissance, et l'autre suivant la longueur des leviers; d'après le principe du parallélogramme des forces (246), leur résultante sera d'autant plus courte que les deux forces composantes forment un angle plus aigu et tendent par conséquent à devenir contraires.

260. Les leviers simples sont d'un usage très fréquent et servent de base à une multitude d'instruments.

Les tenailles, les ciseaux, les mouchettes, etc., sont composés de deux leviers du premier genre. Le couteau à charnière est un levier du second genre, et les pincettes sont deux leviers du troisième.

L'économie animale offre de nombreux exemples des trois genres de leviers. Lorsque l'avant-bras est fléchi sur le bras, on a un levier du premier genre, car le point d'appui se trouve dans l'articulation cubito-humérale. Le poids de la main représente la résistance à l'extrémité carpienne du cubitus, et la puissance produite par la contraction du muscle triceps est appliquée au sommet de l'apophyse olécrane. Le pied, comme levier horizontal, est un levier du second genre ; le point d'appui est situé vers la tête du premier os du métatarse, la puissance est appliquée par un tendon à l'extrémité postérieure du calcanéum, et la résistance repose sur l'astragale. La mâchoire inférieure répond à la troisième espèce de levier. Le point d'appui est situé postérieurement dans le condyle de la mâchoire, la résistance est à sa partie antérieure, et les puissances sont attachées à l'angle de la mâchoire et à l'apophyse coronoïde.

261. La Balance, instrument qui sert à déterminer le poids d'un corps relativement à des unités connues, représente un levier du premier genre, dont les deux bras sont égaux ; ce levier se nomme le *fléau*. Il doit être d'acier trempé, présentant plus d'épaisseur dans son milieu qu'à ses extrémités, et cette épaisseur doit être plus grande dans le sens vertical que dans le sens horizontal. Le milieu du fléau est garni d'un *couteau* d'acier très poli, d'une trempe très dure, et portant un tranchant un peu arrondi : ce couteau repose sur deux pièces d'agathe ou d'acier qui sont incrustées dans le pied de la balance. Le fléau est mobile ; à ses bras sont suspendus deux *bassins* ou *plateaux* dont la pesanteur égale tient le fléau en équilibre. Il est soutenu vers son milieu sur un pied solide, et porte une longue aiguille perpendiculaire qui tombe au *zéro*

de sa division quand le fléau est horizontal, et qui passe à gauche ou à droite, suivant que le fléau se relève lui-même à gauche ou à droite.

Lorsqu'on veut peser un corps au moyen de cet instrument, qui est la balance ordinaire, on le place dans un des bassins, et on met dans l'autre des poids jusqu'à ce que le fléau soit horizontal, ou du moins jusqu'à ce que l'aiguille fasse des oscillations égales de côté et d'autre du zéro; alors la somme des poids est prise pour le poids du corps.

Cette manière de peser les corps est sujette à plusieurs inexactitudes; car, outre qu'il est presque impossible d'avoir une balance parfaite, on a besoin aussi d'une grande habileté pour s'en servir convenablement. Pour remédier au premier inconvénient, il faut, 1° que le fléau n'éprouve sur ses supports que le moindre frottement possible; 2° que la distance du point d'attache des bassins au point de suspension du fléau soit très exactement la même dans toutes les positions que prend l'appareil avant de s'arrêter à l'équilibre; 3° que le centre de gravité du fléau soit au-dessous de l'axe de suspension, sans quoi il ne pourrait pas y avoir d'équilibre stable; 4° que le couteau ne fatigue pas les plans sur lesquels il repose; en conséquence, il doit être supporté par deux fourchettes, lorsqu'on ne se sert pas de la balance : on fait alors monter ces fourchettes au moyen d'une manivelle, et quand on veut faire usage de la balance, on abaisse doucement les fourchettes jusqu'à ce que le couteau vienne reposer sur ses plans.

Une balance construite avec toutes les précautions que nous venons de signaler n'est pourtant pas encore absolument parfaite. Mais on doit à Borda une méthode ingénieuse, au moyen de laquelle on peut arriver, avec ces balances, au plus grand degré

d'exactitude; ce procédé est connu sous le nom de *méthode des doubles pesées*. On met dans l'un des bassins le corps qu'on veut peser, et on lui fait équilibre avec de petits corps, tels que des grains de plomb; alors on lève les fourchettes, on ôte le corps, et on met à sa place des poids marqués jusqu'à ce que l'équilibre soit exactement rétabli: la somme de ces poids est le poids véritable du corps, puisqu'ils font, comme lui, équilibre à ce qui est dans l'autre plateau.

Il y a d'autres espèces de balances, telles que la *romaine*, la *balance de Sanctorius*, et la *bascule portative de Quintenz* qui sont toutes des balances à bras inégaux. De cette inégalité il résulte qu'avec de petits poids, on peut faire équilibre à d'autres très considérables.

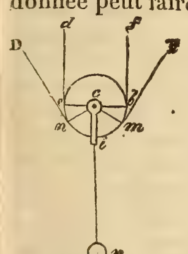
262. *La* Poulie *est une roue circulaire, aplatie, creusée en gorge à sa circonférence, et traversée à son centre par un axe autour duquel elle tourne, et parfois auquel elle est fixée.*

La poulie simple est une machine destinée à faciliter l'élévation des fardeaux, mais elle ne procure aucun autre avantage que de changer la direction de la puissance et de la mettre ainsi dans les conditions les plus favorables à son déploiement; ainsi un cheval qui ne peut exercer sa force qu'horizontalement, pourra, au moyen de la poulie, vaincre une résistance verticale, ou toute autre, sans perdre aucun de ses avantages.

La poulie fixe correspond au levier du premier genre; quand la force est appliquée à l'une des extrémités, la corde peut être considérée comme la puissance, celle qui est à l'autre extrémité comme la résistance, et le point sur lequel tourne la poulie comme le point fixe : en sorte que la puissance et la résistance étant égales il y aura équilibre, car les

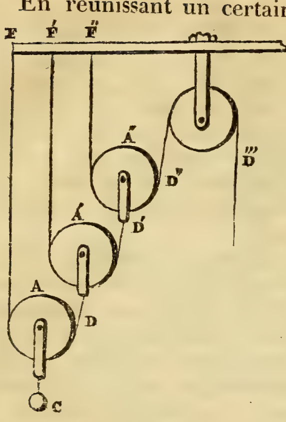
leviers qui les séparent du point fixe (l'axe de la poulie) sont des rayons du même cercle (savoir la roue de la poulie) et sont par conséquent égaux. Il en sera de même, que les deux puissances soient perpendiculaires ou obliques, et c'est le grand avantage de la poulie fixe, que de changer la direction des forces sans modifier leur intensité. La résultante passera donc par le centre de la poulie, qui doit lui-même supporter un poids égal à la somme des forces.

Un simple changement dans la disposition de la poulie peut transformer cet instrument en un levier du deuxième genre à l'aide duquel une puissance donnée peut faire équilibre à une résistance double.

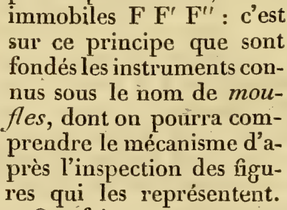


Que l'on rende la poulie mobile en attachant à sa chappe (support de l'axe *i*) la masse à soulever *r* et que l'on fixe à un point immobile l'une des extrémités de la corde destiné à mouvoir le tout *f*, tandis que l'on applique la puissance à son extrémité opposée *d*, il est évident que la poulie représentera un levier du deuxième genre dont le point d'appui sera en *b* et dont le bras de la puissance sera *b e*, tandis que le bras de la résistance ne sera que de *c b*, c'est-à-dire moitié de la précédente. Si la corde est tendue obliquement comme en D F, on ne change pas les rapports qui existent entre ces deux leviers.

En réunissant un certain nombre de poulies on diminue encore davantage l'intensité de la force nécessaire pour vaincre une résistance donnée. Ainsi, pour soulever la masse C fixée à la poulie mobile A, il ne faudra qu'une force égale à la moitié de C et cette force appliquée à la corde D au moyen d'une seconde poulie mobile A′ deviendra pour celle-ci une résistance qui pourra encore être vaincue par une force D′ moitié moins grande ; il en sera encore de même pour la troisième



poulie dont la corde, comme celles des poulies précédentes, est fixée aux points immobiles F F′ F″ : c'est sur ce principe que sont fondés les instruments connus sous le nom de *moufles*, dont on pourra comprendre le mécanisme d'après l'inspection des figures qui les représentent.

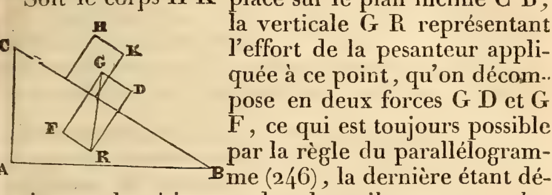


On fait encore usage d'un autre système de moufles, dans lequel toutes les poulies sont d'un égal diamètre sur un axe commun, et les cordes vont un peu obliquement de la moufle supérieure à celle d'en bas.

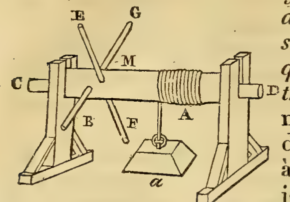
263. *Le* PLAN INCLINÉ *est une machine avec laquelle on peut mouvoir un poids considérable par le secours d'une force moindre.*

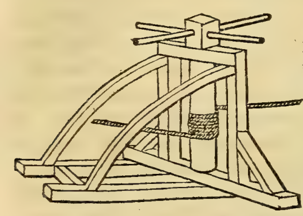
Nous savons déjà que si un corps est libre, il faut, pour le soutenir, une force égale à son poids. Mais voyons quelle est celle qui doit le retenir sur un plan incliné.

Soit le corps H K placé sur le plan incliné C B, la verticale G R représentant l'effort de la pesanteur appliquée à ce point, qu'on décompose en deux forces G D et G F, ce qui est toujours possible par la règle du parallélogramme (246), la dernière étant détruite par la résistance du plan, il ne restera plus que la première qui agira seule pour faire glisser le corps. Le principe de la définition du plan incliné est donc démontré, puisque la verticale G R étant égale à l'effort de toutes les pesanteurs appliquées au centre de gravité G et cette verticale étant équivalente à deux autres forces G D et G F, il est incontestable que si l'une d'elles seulement agit sur le corps H K, son intensité est moindre que celle de la pesanteur de ce corps. Elle sera en effet, comparativement à ce poids, dans le même rapport que la ligne G D est à la verticale C R; car ces lignes sont entre elles comme la hauteur du plan incliné A C est à la longueur C B de ce plan (cela se démontre par la similitude des triangles G D R et A C B). Il s'en suit donc que *dans le cas où la direction de la puissance est parallèle à la longueur du plan incliné, la puissance doit être au poids comme la hauteur du plan est à sa longueur*; mais si la puissance n'agit pas parallèlement à la longueur, les rapports seront changés.



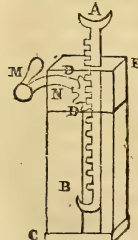
264. *Le* Treuil *est un cylindre qui tourne sur un axe que deux points fixes supportent, et autour duquel s'enroule une corde traînant un fardeau.* Cette machine est mue à l'aide de chevilles E G B F placées à sa circonférence, et jouant parfaitement le rôle d'un levier du premier genre, dans lequel A serait la résistance, C D le point d'appui, et E la puissance.



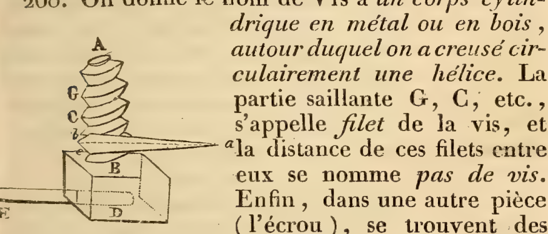


265. Le Cabestan ne diffère du treuil que par la verticalité de son cylindre ; les lois d'équilibre sont les mêmes et dépendent de celles énoncées plus haut.

266. Le Cric est encore un instrument construit d'après les mêmes principes ; il se compose d'une barre de fer AB garnie de dents sur un côté, mobile dans une châsse CE, et garni d'un pignon DD, dont les dents laissent engrener celles de la barre, et d'une manivelle MN. Le point d'appui est à chaque dent, la résistance est en D, et la puissance au bras de la manivelle M.



267. *Le* Coin *est un prisme triangulaire qui agit à la manière du plan incliné.* En effet, les deux moitiés du triangle D B C séparées par la verticale A C peuvent être regardées comme deux plans inclinés, adossés l'un à l'autre, sur lesquels posent les corps *a b* que l'on veut séparer en les faisant glisser vers la tête B D du coin. Or, ici comme dans le plan incliné, la puissance appliquée à la tête du coin devra être à la résistance comme la somme des hauteurs des deux plans inclinés DA et AB est à la longueur du coin BC et DC.



268. On donne le nom de Vis à *un corps cylindrique en métal ou en bois, autour duquel on a creusé circulairement une hélice.* La partie saillante G, C, etc., s'appelle *filet* de la vis, et la distance de ces filets entre eux se nomme *pas de vis.* Enfin, dans une autre pièce (l'écrou), se trouvent des gorges et des saillies qui reçoivent les saillies et les gorges de la vis. On peut s'en faire une idée exacte en considérant que chaque pas de vis pouvant être développé en ligne droite, donne un plan incliné (*l*, *a*) que l'écrou parcourt à chaque tour, et dans ce cas encore on dit : que le puissance est à la résistance comme la hauteur du plan incliné (qui n'est que l'intervalle de deux pas de vis) est à la *longueur de ce plan* (263).

DE L'ATTRACTION ET DE LA PESANTEUR.

269. Nous avons déjà vu (240) que tous les corps de la nature sont soumis à l'influence de l'*attraction*. Ce fut le célèbre Isaac Newton qui, le premier, eut l'idée de cette force et qui trouva les lois qui la régissent. Il imagina que toutes les particules matérielles étaient animées d'une sorte de puissance, en vertu de laquelle elles tendaient à se rapprocher, et se rapprochaient en effet, quand elles ne rencontraient point d'obstacles insurmontables. Il fit plus : il reconnut et démontra que cette force était exactement la même pour toutes les particules matérielles qui peuvent exister dans l'univers ; qu'en conséquence, les corps qui pouvaient être entraînés par cette force, l'étaient d'autant plus puissamment qu'ils se trouvaient composés d'un plus grand nombre de particules matérielles, c'est-à-dire que *cette force était proportionnelle aux masses ;* enfin, que les particules ainsi attirées les unes vers les autres, l'étaient d'autant plus, qu'elles étaient plus rapprochées, et d'autant moins, qu'elles étaient plus éloignées, et cela exactement *en raison inverse du carré des distances ;* de sorte que l'attraction devenait quatre fois plus forte à une distance moitié moindre, et quatre fois plus faible à une distance double.

On donne à l'attraction des noms particuliers, suivant les circonstances dans lesquelles elle s'exerce et le genre d'effets qu'elle produit. L'attraction qui n'agit qu'à une distance insensible, s'appelle *attraction moléculaire*, et prend les noms : 1° de *cohésion*, quand elle maintient les particules d'un même corps dans leurs situations respectives ; 2° d'*adhésion*, quand elle retient en contact deux corps différents, d'un petit volume; 3° d'*affinité*, quand elle

préside aux compositions chimiques. L'attraction qui s'exerce à une distance sensible se nomme *gravitation*, ou *attraction planétaire*, lorsqu'elle a lieu entre les globes qui composent notre système planétaire; et *pesanteur* ou *attraction terrestre*, quand elle sollicite les corps sublunaires ou situés à la surface du globe. La pesanteur est le seul cas d'attraction que nous traiterons avec détail.

270. La Pesanteur est *la force qui sollicite tous les corps sublunaires vers le centre de la terre.* Les corps tombent lorsqu'on les abandonne à eux-mêmes; ils tombent jusqu'à ce qu'ils touchent la terre ou quelque autre corps qui les soutienne, et dans leur chute ils parcourent une *ligne verticale.*

Il est facile d'obtenir la direction de cette verticale, en suspendant à un fil un corps pesant, une balle de plomb, par exemple: on a ainsi le *fil à plomb* des architectes. La balle tombe, et tend, par conséquent, le fil dans la direction de sa chute. Ce fil ainsi tendu représente fidèlement une ligne verticale. Une surface ou une ligne à laquelle cette direction est perpendiculaire, s'appelle *surface* ou *ligne horizontale.* Tel est, dans tous les lieux du globe, la surface des eaux tranquilles. Ainsi on dit que *la direction de la pesanteur est perpendiculaire à la surface des eaux tranquilles.*

Lorsque nous comparons les directions de la pesanteur dans des lieux très voisins les uns des autres, elles nous paraissent absolument parallèles; mais la connaissance exacte du globe terrestre nous a appris qu'elles sont toutes dirigées effectivement vers le centre de la terre.

On doit rapporter la pesanteur au principe général de l'attraction qui agit également sur toutes les molécules matérielles. Dans la chute d'un corps sollicité par la pesanteur, le corps tombant et la terre

s'attirent mutuellement : mais si l'on se rappelle que l'attraction agit en raison directe des masses, et que la masse de la terre est immense par rapport au corps qu'elle attire, on concevra facilement que ce dernier ne peut produire sur notre globe qu'un effet tout-à-fait insensible.

La déviation du fil à plomb dans le voisinage des hautes montagnes prouve clairement que la pesanteur est un effet de l'attraction. Les plus grosses montagnes ne sont que des grains de sable comparativement à la terre, c'est pourquoi elles ne peuvent pas agir d'une manière aussi sensible sur les masses qui les environnent. Cependant on a reconnu qu'elles faisaient tant soit peu dévier le fil à plomb de la verticale; d'après cela, doit-on s'étonner si la terre attire vers elle tous les corps qui, quelque énormes qu'ils soient, ne peuvent être considérés, par rapport à elle, que comme autant de points dans l'immensité de l'espace?

271. En observant les mouvements des différents corps qui tombent, la première chose qui nous frappe est la grande inégalité de leurs vitesses. Une balle de plomb tombe très vite et une feuille d'arbre très lentement. On a tort de dire que cette différence de vitesse vient de ce que la balle est plus lourde que la feuille; car si j'aplatis un lingot de plomb de manière à en former une lame très mince, cette lame, quoique du même poids que le lingot, tombera beaucoup plus lentement que lui. On ne peut donc pas dire que c'est la différence des poids qui fait la différence des vitesses. Cette expérience est suffisante pour un observateur attentif : il en conclut bientôt que c'est l'air qui emporte les feuilles et qui les retarde dans leur chute, et que si l'air agit ainsi sur les grandes surfaces, il agit sans doute, quoique avec moins de force, sur les surfaces qui lui offrent moins de prise.

Mais comme la pesanteur sollicite également toutes les molécules d'un corps, il en résulterait que tous les corps, quelle que fût leur masse, devraient tomber avec une vitesse égale, si dans leur chute ils n'éprouvaient aucune résistance. C'est ce qui a lieu en effet. Ainsi je suppose que l'on place une balle de plomb et une balle de liége dans un long tube de verre exactement fermé à une de ses extrémités par un bout vissé, et portant à l'autre un robinet. Dans l'état ordinaire, si l'on renverse le tube de haut en bas, les deux balles tomberont avec une vitesse très inégale ; mais si l'on fait le vide dans le tube à l'aide de la machine pneumatique, on verra aussitôt les deux balles tomber avec une vitesse égale. Dans cette expérience, il faut, autant que possible, faire en sorte que les corps ne touchent pas aux parois du tube; car le frottement empêcherait de parvenir avec exactitude au résultat proposé.

C'est donc la résistance de l'air qui produit la différence de vitesse dans la chute des corps. Tous les corps sont pesants : cependant il en est dont la pesanteur est moindre que celle de l'atmosphère ; ceux-là tendent toujours à s'élever dans l'air : telles sont les vapeurs et les gaz.

272. Les corps graves, en descendant vers la terre, acquièrent à chaque instant une accélération uniforme, dont la loi est que l'*espace parcouru par le mobile croît comme le carré du temps employé à le parcourir*. C'est Galilée qui a trouvé ce résultat, en calculant de seconde en seconde la vitesse d'un corps qui se meut sur un *plan incliné*. Le docteur Atwood a inventé une machine au moyen de laquelle on reconnaît que les corps tombent suivant cette même loi. Cette machine consiste en une poulie mobile enlacée d'un cordon à l'extrémité duquel est un poids : on observe la vitesse du mouvement de ce

poids au moyen d'une règle graduée et adaptée près de la poulie.

Nous avons déjà vu que les lois qui régissent les mouvements uniformes des corps peuvent être représentées par les deux formules $V = gt$ et $e = \frac{gt^2}{2}$;

or l'expérience a montré que si l'on prend une seconde comme unité de temps, la valeur de g sera à Paris, de 9^m 8088. Pour connaître l'espace qu'un corps parcourra en tombant pendant un nombre quelconque de secondes, il suffira donc de substituer ce nombre à la lettre t dans la formule indiquée ci-dessus, d'en multiplier le carré par 9^m, 8088 et de diviser la somme par 2; on trouvera ainsi que dans la première seconde, il parcourra 4^m 9; dans la seconde, trois fois cet espace ou 14^m 7; dans la troisième, cinq fois 4^m 9 ou 24,5, et ainsi de suite.

273. Il ne faut pas confondre la *pesanteur* avec le *poids* : la pesanteur est la force élémentaire qui sollicite chacune des parcelles de la matière en général; et le poids d'un corps est la somme ou plutôt la résultante de toutes les actions que la pesanteur exerce sur ce corps en particulier. Le point où cette résultante devrait être appliquée est ce que l'on appelle *centre de gravité*.

Lorsque le centre de gravité d'un corps est un point fixe, le corps reste constamment en équilibre dans quelque position qu'on le place par rapport à ce point. On peut en faire l'expérience au moyen d'une poulie homogène tournant autour d'un axe horizontal qui passe par le centre.

Lorsqu'un corps est soutenu par un point fixe qui n'est pas le centre de gravité, l'équilibre peut encore avoir lieu, mais seulement dans deux cas, savoir : lorsque le centre de gravité est dans la verticale du point fixe, soit au-dessus, soit au-dessous de ce point.

On peut faire l'expérience au moyen d'une poulie tournant autour d'un axe horizontal et excentrique.

On dit que l'équilibre est *stable* lorsque le centre de gravité est *au-dessous* de l'axe, et *instable* ou *instantané* quand le centre de gravité est *au-dessus*.

Le centre de gravité d'une *ligne droite* est au milieu de la longueur de cette ligne.

Celui d'un *triangle* est au point d'intersection G des lignes menées des angles A B C sur le milieu des côtés opposés *mm'*.

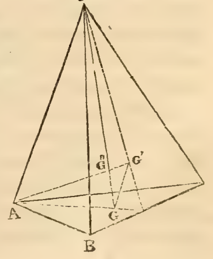
Celui d'un *parallélogramme* est au point de rencontre C des diagonales.

Celui d'un *polygone* quelconque est le point d'application de la résultante des centres de gravité de tous les triangles dans lesquels le polygone peut être décomposé.

Celui d'un *cercle*, d'une *circonférence* ou d'une *sphère*, est au centre de ces figures.

Celui d'un *cylindre à bases parallèles* est au milieu de l'axe G.

Celui d'une *pyramide* ou d'un *cône* est, à partir du sommet, aux trois quarts de la ligne SG qui joint le sommet au centre de gravité de la base.



Dans l'homme, le centre de gravité se trouve vers le milieu de la partie inférieure du bassin. Pour qu'un homme soit en équilibre, il faut que la verticale menée de son

centre de gravité passe par la base que la position de ses pieds détermine (*Voyez* Physiologie, t. 2, 2e *Examen*).

Parmi les moyens mécaniques qui servent à constater les phénomènes de la pesanteur dans les corps, on doit remarquer sur-tout ceux qui nous sont fournis par la *balance* (261) et par le *pendule.*

274. Le Pendule consiste en un corps pesant, suspendu à l'extrémité d'une verge inflexible. Abandonné à lui-même, il est retenu par la pesanteur dans un équilibre stable. Si on l'écarte de la position verticale, sans lui imprimer aucune vitesse, la pesanteur le fera descendre, par un mouvement uniformément accéléré, jusqu'à la verticale, et la vitesse qu'il aura acquise le fera remonter, par un mouvement uniformément retardé dans le sens contraire, jusqu'à une hauteur égale à celle de laquelle il est parti d'abord. Alors il redescendra par le seul effet de la pesanteur, pour remonter ensuite comme précédemment; et il continuerait ainsi indéfiniment, si la rigidité de la verge, le frottement qu'elle éprouve au point de suspension, et la résistance de l'air, ne venaient incessamment ralentir le mouvement et enfin l'éteindre tout-à-fait.

Les mouvements alternatifs du pendule se nomment *oscillations*, et on a remarqué que ces oscillations sont toujours isochrones, c'est-à-dire, s'opèrent dans des temps égaux. Cependant l'isochronisme cesserait d'avoir lieu, si l'on faisait décrire au pendule des arcs trop grands.

La loi des oscillations est que *leurs durées sont entre elles comme les racines carrées des longueurs des pendules.* En effet, si l'on prend trois pendules, dont les longueurs soient entre elles comme les nombres 1, 4, 9, la durée des oscillations sera comme les nombres simples 1, 2, 3, ou, si l'on

veut, le pendule 1, comparé à celui dont la longueur est 4, fait deux oscillations pour une de celui-ci, et trois pour une du pendule dont la longueur est 9.

Cet instrument, tel que nous l'avons décrit, se composant d'une masse métallique suspendue à une tige, expose à de nombreuses erreurs, que les physiciens corrigent à l'aide du calcul, et en ramenant les observations faites avec ce pendule composé à ce qu'elles auraient pu être, si on les avait faites avec le pendule simple, figuré par un point matériel suspendu à un fil sans masse et oscillant dans le vide. Les erreurs du pendule composé naissent de la résistance de l'air, du frottement au point de suspension, et principalement de la dilatation ou de la contraction de la tige, produite par les effets du calorique. On remédie autant que possible à ces inconvénients en donnant à la masse métallique une forme lenticulaire et un poids assez considérable, afin qu'elle puisse plus facilement fendre l'air et vaincre la résistance ; on emploie le mode de suspension le plus propre à diminuer le frottement; enfin on remédie aux variations de longueur, causées par la température, en composant la tige de plusieurs métaux inégalement dilatables, tels que le cuivre et l'acier, disposés de telle manière que la dilatation de l'un des métaux compense celle de l'autre.

Les usages du pendule sont de la plus haute importance. Il sert à déterminer la forme de la terre et à évaluer la pesanteur dans les diverses contrées ; il sert encore à mesurer le temps, et il ferait retrouver le mètre en cas qu'on pût en perdre la longueur.

En faisant osciller sur divers points de la surface de la terre un pendule, dont la longueur reste constante, on trouve que la vitesse des oscillations varie d'un lieu à un autre. On a constaté ainsi que l'intensité de la pesanteur (ou de la force qui attire

tous les corps vers le centre de la terre) croît de l'équateur vers les pôles, et on en a conclu avec raison qu'en se rapprochant ainsi des pôles, on se rapprochait aussi du centre de la terre, ou en d'autres mots, que le diamètre qui passe par les pôles du globe est plus court que celui qui passe par l'équateur, et que notre planète est un sphéroïde aplati vers les pôles.

275. L'Adhésion est la force au moyen de laquelle deux corps appliqués exactement l'un contre l'autre par des surfaces très unies, restent unis jusqu'à ce qu'une force plus considérable vienne à les séparer. L'adhésion est due à l'attraction et en suit toutes les lois. On en démontre l'existence en appliquant l'un contre l'autre deux plans de glaces parfaitement unis, dont l'un est suspendu à l'aide d'un crochet, et dont l'autre supporte un poids plus ou moins considérable.

276. La Cohésion, comme nous l'avons déjà dit, est la force d'attraction agissant entre les dernières molécules d'un même corps. Dans les *corps gazeux* elle est si faible qu'on doit la regarder comme nulle, aussi ces corps n'ont-ils point de formes propres, et les molécules qui les composent sont-elles complétement libres. Dans les liquides et les solides, la force de cohésion est assez grande pour donner aux corps une force propre et pour qu'une force quelconque soit nécessaire pour séparer leurs molécules; mais dans les *liquides*, cette force ne s'oppose pas au déplacement des molécules, tandis que dans les *solides* elle empêche tout changement dans leurs positions respectives. C'est pour cette raison que les liquides, lorsqu'ils ne sont pas abandonnés à eux-mêmes (comme pendant leur chute dans l'atmosphère), prennent des formes variées et dépendantes d'influences extérieures. Du

reste, l'intensité de cette force varie extrêmement dans les divers solides, et ce sont ces diversess modifications qui leur donnent plus ou moins de ténacité, de ductilité, d'élasticité, etc.

277. Cristallisalion. Le phénomène de la cristallisation dépend aussi de l'attraction moléculaire. On appelle *cristaux* les corps qui, en passant de l'état liquide à l'état solide, affectent des figures régulières et déterminées.

Tout cristal formé naturellement ou artificiellement se laisse fendre et subdiviser, suivant certains plans, avec plus de facilité que dans toute autre direction, Cette opération différente pour chaque cristal s'appelle le *clivage.* Si l'on continue de l'effectuer dans tous les sens où elle est possible, en levant successivement les lames qui en résultent, jusqu'à ce qu'il ne reste rien de la surface extérieure, on obtient un *noyau* qui a ordinairement une forme différente de celle qu'avait le cristal entier, et que des subdivisions subséquentes ne feraient que rendre plus petit, sans changer la direction des plans qui le terminent. Haüy nomme la forme du cristal entier *forme secondaire*, et celle du noyau *forme primitive.* Le noyau lui-même peut être divisé en corpuscules de même forme, qu'il appelle *molécules intégrantes.* Les feuilles détachées se composent aussi de molécules semblables, comme leur clivage le prouve, et, par conséquent, le cristal entier en est formé. On admet que ces molécules intégrantes sont elles-mêmes un petit cristal dont la configuration est déterminée par la combinaison des molécules élémentaires qui constituent les principes du cristal entier.

Il n'y aurait, d'après Haüy, que trois formes de molécules intégrantes, la pyramide triangulaire, le

prisme trièdre et le prisme quadrangulaire. Il a reconnu seulement six formes primitives, le parallélipipède, l'octaèdre, le tétraèdre, le prisme hexaèdre, le dodécaèdre rhomboïdal et le dodécaèdre triangulaire. Les formes secondaires varient à l'infini par l'agrégation régulière des formes primitives.

Une chose très remarquable, c'est que les cristaux d'une même substance ont presque toujours un noyau et des molécules intégrantes de mêmes formes, tandis qu'au contraire leur forme extérieure peut varier d'une infinité de manières, qui souvent se trouvent réalisées en grande partie dans les produits de la nature.

Pour mesurer les angles que présentent les cristaux, on se sert communément du *goniomètre ordinaire*, instrument formé par deux branches d'acier réunies sur un axe autour duquel elles peuvent se mouvoir; on applique ces branches sur les faces dont la réunion forme l'angle à observer, puis on mesure l'écartement de l'instrument en le posant sur un rapporteur en cuivre disposé à cet effet.

278. La Capillarité est encore un phénomène dépendant de l'attraction s'exerçant à de petites distances; nous devrions donc en parler ici; mais afin d'en rendre ses lois plus faciles à saisir, nous ne les exposerons qu'après avoir traité de l'équilibre des liquides.

DE L'HYDROSTATIQUE.

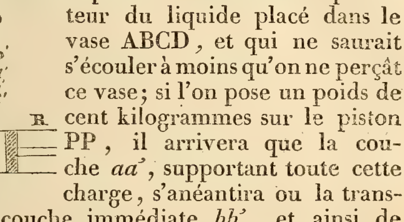
279. L'Hydrostatique est *cette partie de la physique qui traite de l'équilibre des liquides, de leur pesanteur, et des pressions qu'ils exercent sur les vases.*

Pour étudier les propriétés d'un liquide, il faut

tenir compte de deux forces, la pesanteur qui agit sur tous les corps, et l'attraction moléculaire qui constitue ces mêmes corps à l'état de liquide.

280. *Égalité de pression.* L'égalité de pression est la propriété d'un liquide de transmettre également et dans tous les sens les pressions qu'on exerce à sa surface. Nous allons faire comprendre cet axiome.

Faisons abstraction pour un instant de la pesanteur du liquide placé dans le vase ABCD, et qui ne saurait s'écouler à moins qu'on ne perçât ce vase; si l'on pose un poids de cent kilogrammes sur le piston PP, il arrivera que la couche *aa'*, supportant toute cette charge, s'anéantira ou la transmettra à la couche immédiate *bb'*, et ainsi de suite jusqu'au fond du vase, qui devra lui-même supporter le même poids ou céder.



Puisque la surface du fond supporte seule toute la pression, la moitié de cette surface ne portera que cinquante kilogrammes, et la centième partie, un seul. Ainsi :

1° La pression se transmet de haut en bas, et sans rien perdre de sa force, sur les surfaces horizontales;

2° Elle est égale en chaque point :

3° Elle est proportionnelle à l'étendue de la surface étudiée, c'est-à-dire que chaque portion du vase supporte la colonne qui lui correspond.

Le même phénomène a lieu sur les faces latérales; car si en un point quelconque (en R par exemple), on faisait une ouverture, le liquide jaillirait, et si l'on découpait une partie de la surface, elle serait poussée au dehors. Or la force qu'il faudrait employer pour empêcher ce déplacement serait en rap-

port avec l'étendue de la découpure; si la surface de l'ouverture n'était que la centième partie de celle du piston qui presse le liquide; il faudrait, pour la maintenir en place, la centième partie du poids qui agit sur ce piston, et si elle était aussi grande que celui-ci, il faudrait un poids égal au sien.

281. *Équilibre des liquides.* Deux conditions se présentent pour l'équilibre des liquides : 1° *la verticalité de la surface libre des molécules supérieures par rapport à la force qui les sollicite ; 2° l'égalité de pressions contraires dans tous les sens.*

La première est remplie par la seule impossibilité de trouver une surface non perpendiculaire à la force qui sollicite les molécules liquides. Car si la surface du liquide était convexe comme *a b c d e*, la force *v' v'* qui sollicite la colonne de liquide *c* à descendre serait plus forte que *v v* ou que *v'' v''*; dès lors elle exercerait sur ces colonnes latérales une poussée, et les déplacerait jusqu'à ce qu'elle fût descendue au même niveau, et que la pression qu'elle exerce fût la même que celle exercée par celle-ci.

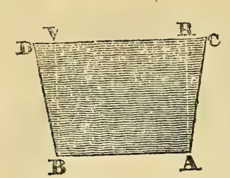
En appliquant ce principe à la surface de la mer supposée parfaitement calme, il nous sera facile de prendre une idée de sa courbure et des causes qui la déterminent. Si toutes les directions de la pesanteur concouraient exactement au centre de la terre, et si cette force était la seule qui sollicitât les molécules liquides, il faudrait que dans tous les bassins de toutes les mers, la surface libre des eaux prît la forme sphérique, et que leur niveau fût par-tout le même. La surface de la mer est effectivement convexe, et c'est pour cela, qu'à de grandes dis-

tances, quand un vaisseau arrive, on commence par voir l'extrémité des mâts, puis successivement on apperçoit des portions de plus en plus grandes, jusqu'à ce qu'enfin le vaisseau vienne se présenter à nos regards, en imitant le même effet que s'il sortait des flots. Cela n'aurait pas lieu si la surface était plane, car alors, aussitôt qu'on apercevrait le bâtiment, on le verrait tout entier. Mais la convexité de la mer n'est pas la même par-tout, et son niveau varie; car les molécules liquides sont sollicites par d'autres forces que la pesanteur (la force centrifuge produite par le mouvement rotatoire de la terre), et vers les pôles il existe un aplatissement considérable dans la courbure de la surface de la mer comme dans celle de l'ensemble du globe.

La courbure concave de l'eau et convexe du mercure dans les tubes capillaires, sont aussi des phénomènes dépendant de la combinaison de deux ou plusieurs forces, ainsi que nous l'expliquerons à l'article de la capillarité.

282. La connaissance de l'égalité de pression des liquides et celle des conditions de leur équilibre, nous conduisent à deux des observations les plus importantes de l'hydrostatique; la première, c'est que *la pression exercée sur le fond d'un vase est égale au fond lui-même multiplié par la hauteur du niveau*. La seconde, c'est que *la pression supportée par une paroi latérale quelconque, est égale au poids d'une colonne de liquide ayant pour base la surface de la paroi proposée, multipliée par la hauteur* (distance du centre de cette paroi au niveau du liquide).

La première proposition est vraie, quelle que soit la forme des vases, s'ils ont même hauteur et même base; car, d'après ce qui a été démontré,



le liquide contenu dans C A R ou D B V, est tout supporté par la paroi latérale C A ou D R, et ne presse nullement sur le fond du vase. Il en est de même si le vase, au lieu d'être évasé, se rétrécit supérieurement, ou s'il est surmonté d'un tube seulement. Aussi, avec la même quantité d'eau, peut-on exercer une force deux ou trois cents fois plus grande dans certaines circonstances que dans d'autres : par exemple un kilogramme de ce liquide dans un vase d'un décimètre carré à son fond, doit prendre un centimètre de hauteur pour presser comme 1/10 de kilogramme; tandis que la même quantité presse comme dix kilogrammes, dans un vase à une hauteur d'un mètre, dont le fond présente la même superficie, mais dont la partie supérieure est rétrécie (en forme de tube, par exemple) de façon que le liquide s'y élève à la hauteur d'un mètre.

283. Passons maintenant à la seconde condition sans laquelle l'équilibre intérieur des liquides est aussi impossible que celui de leurs surfaces, en l'absence de la première condition, savoir : qu'*une molécule quelconque de la masse eprouve dans tous les sens des pressions égales et contraires.*

En général, divers liquides étant mis dans le même vase, chacun d'eux aura toujours sa surface horizontale, et les plus lourds seront en bas, selon l'ordre de densité.

Soit le vase A B C D, et supposons que les colonnes de mercure et d'eau qui répondent à la première condition, c'est-à-dire au nivellement des surfaces, aient leurs surfaces de jonction en O,

je dis que l'équilibre intérieur ne peut exister, car l'attraction de la terre au point O étant différente pour les deux liquides, les molécules de mercure gagneront aussitôt le fond du vase, et celles de l'eau surnageront. Dans des vases qui communiquent entre eux, les surfaces des niveaux varient aussi selon la densité des liquides dont chacun est rempli; c'est-à-dire que les hauteurs au-dessus du point de jonction des liquides sont entre elles en raison inverse de leurs densités.

Ainsi, que l'on renverse un siphon et que l'on y introduise assez de mercure pour en occuper le fond, puis, que l'on verse de l'eau dans l'une des branches, le poids de ce liquide fera monter le mercure dans l'autre branche de l'instrument, mais il s'arrêtera bien avant que d'avoir atteint le niveau de l'eau. Cette expérience montre qu'un pouce de mercure fait équilibre à quatorze pouces d'eau.

284. *Equilibre des corps flottants et plongés dans les liquides. Un corps plongé dans un fluide perd de son poids une quantité égale à celui du liquide déplacé.* Cette loi, que l'on connaît sous le nom du *principe d'Archimède*, est vraie pour tous les fluides, eau, mercure, gaz, air atmosphérique, etc. Nous avons trouvé, d'après les principes d'hydrostatique, que la pression sur une molécule était d'autant plus grande qu'elle se trouvait placée à plus de profondeur dans un fluide.

Or voici ce qui se passe quand on plonge un solide dans un fluide: les pressions latérales sont évidemment égales et contraires; mais la face supérieure supporte de haut en bas une pression égale au poids d'une colonne de liquide ayant même base, et pour hauteur la distance comprise entre cette même surface et le niveau du liquide; enfin la pression que supporte de bas en haut la face inférieure du

solide (et que l'on appelle *la poussée du liquide*) est égale à une colonne de liquide ayant même base et s'élevant jusqu'au niveau. En sorte qu'on peut dire d'un solide nageant dans un fluide : *qu'il est sollicité à descendre par son poids, et à remonter par la poussée du liquide*. Si donc cette dernière force est supérieure à la première, le corps surnagera : si elle est plus faible, il tombera au fond, et enfin si elles sont égales, il restera en équilibre.

En effet, faisons égale à 6 la pression sur la surface supérieure du corps immergé qui sera de même densité que le liquide ambiant, et faisons égale à 2 la pression exercée par les molécules de ce corps sur la colonne du liquide située au-dessous ; la poussée des liquides sur cette même face devra être égale à 8, et le corps devra être maintenu en suspension. Mais si le corps immergé est plus dense que le liquide, et pèse sur celui-ci comme 4, ce poids ajouté à la pression supportée par sa face supérieure que nous avons dit être de 6, fera un total de 10; or la poussée du liquide restant toujours 8, l'équilibre ne pourra subsister, et le corps tombera. Si le corps étudié est d'un poids moindre que celui de l'eau qu'il remplace, il s'élèvera au contraire à la surface. Concluons de là :

1° Que sous le même poids, le corps qui a le plus de volume, perd un plus grand poids par l'immersion ;

2° Que ce même corps perd d'autant plus de son poids, que la densité du liquide est plus grande.

285. Nous nous sommes assez étendu sur ce sujet pour nous abstenir de démontrer les conditions d'équilibre des corps plongés et flottants, nous ne ferons que les énoncer.

Pour qu'un solide demeure en équilibre au milieu d'un liquide, il faut : première condition, *égalité*

entre son poids et celui du fluide déplacé ; deuxième condition, *même direction verticale entre le centre de gravité du corps et celui du fluide déplacé.*

Quant aux corps flottants, leur immersion est d'autant plus petite que leur poids est moindre que celui d'un volume d'eau semblable au leur. Ainsi un bateau qui flotte ne peut déplacer qu'un volume d'eau dont le poids est égal au sien, et s'il vogue sur la mer il enfonce moins avant, le volume d'eau déplacé est moindre, et cependant son poids n'a point changé. La nacelle est donc devenue moins pesante pour ce nouveau liquide, qui lui-même est plus pesant, à volume égal, que le premier.

286. Les divers corps de la nature sont loin de renfermer sous un même volume un même nombre d'atomes, et par conséquent, d'avoir pour le même volume, la même pesanteur, ou en d'autres mots, la même *densité* ou le même *poids spécifique.*

Pour déterminer la densité ou le poids spécifique d'un corps, on compare son poids au poids absolu, ou poids d'un même volume d'un autre corps pris pour unité. Lorsque c'est un solide que l'on étudie, on prend ordinairement l'eau à son maximum de densité (c'est-à-dire à la température de + 4° centigrades) pour terme de comparaison. Or, d'après ce que nous venons de dire, on sait qu'un corps plongé dans un liquide en déplace un volume parfaitement égal au sien, en perdant une portion de son poids justement égal au poids du volume du liquide déplacé, et qu'ainsi un corps pesé d'abord dans l'air et ensuite plongé dans le liquide, donne, par la différence de la première pesée à la seconde, le poids d'un volume de liquide égal au sien. Ces deux poids comparés donnent

le rapport de densité du liquide et du corps solide. Si c'est l'eau que l'on a prise dans cette expérience, et que l'on prenne sa densité comme l'unité des pesanteurs spécifiques, on aura celle du corps, en faisant la proportion suivante : *le poids du volume d'eau déplacé par le corps est au poids du corps même, comme un est à un quatrième terme qui représente la densité de ce corps.*

Pour arriver à ce résultat, on peut procéder de différentes manières. Pour les corps solides qui ne sont pas solubles dans l'eau, on emploie communément la *balance hydrostatique*, qui n'est autre chose qu'une balance ordinaire, ayant sous chacun de ses plateaux un crochet à l'un desquels on attache le corps que l'on veut peser au moyen d'un fil très fin ou d'un crin; on le pèse d'abord à l'air, puis en le plongeant dans l'eau.

Un second procédé, connu sous le nom de *méthode de Klaproth*, repose aussi sur le même principe. On *tare* d'abord un flacon exactement rempli d'eau distillée; on pèse ensuite le corps qu'on veut examiner, dans le même plateau, à côté du flacon, et l'on met dans l'autre plateau le poids nécessaire pour établir l'équilibre; on voit ainsi quel est le poids du corps. On retire alors le corps et le flacon du plateau, et on introduit le corps dans le flacon rempli d'eau; on ferme celui-ci, en prenant soin qu'il ne reste aucune bulle d'air dans l'intérieur. Après avoir soigneusement enlevé l'eau que l'introduction du corps a répandue sur les parois extérieures, on replace le flacon dans le même plateau qu'auparavant. Ce côté de la balance est alors plus léger, et il faut mettre auprès du flacon autant de poids qu'il est nécessaire pour rétablir l'équilibre. Ce poids indique combien d'eau le corps

a fait sortir du flacon ; en divisant le poids du corps par le poids de l'eau déplacée, on obtient le poids spécifique cherché.

Plusieurs substances, telles que le grès, s'imbibent d'eau sans se dissoudre ni se décomposer. On opère alors comme dans le cas précédent, avec cette seule différence, qu'avant de placer le corps dans le bassin de la balance, on a soin de l'imbiber entièrement d'eau, afin qu'en le plongeant ensuite dans le vase, il déplace un volume d'eau égal au sien.

Lorsqu'on cherche le poids spécifique d'un corps qui se dissout dans l'eau, on choisit un autre liquide, comme l'alcool ou une huile quelconque, dans laquelle il ne se dissolve pas. On détermine d'abord le poids spécifique de ce liquide relativement à l'eau, de la manière que nous allons indiquer : on évalue ensuite le poids spécifique du corps par rapport à ce liquide; on multiplie ces deux poids l'un par l'autre, et leur produit indique le poids spécifique du corps.

Pour déterminer le poids spécifique des liquides, etc., on prend un vase dont le poids est connu ; on le pèse, alternativement rempli du liquide dont on veut savoir le poids spécifique, et rempli d'eau distillée ; le poids du liquide divisé par celui de l'eau, en retranchant de l'un et de l'autre le poids du vase, donne le poids spécifique cherché.

Pour déterminer le poids spécifique des liquides, on se sert aussi assez ordinairement d'instruments nommés *aréomètres*.

287. L'*Aréomètre à tige* (*aréomètre de Beaumé*) ou *Pèse-liqueur*, est un instrument construit en verre, servant à mesurer la densité des liquides plus pesants et plus légers que l'eau. B, est une sphère creuse, alongée en poire; S, une autre lestée de mercure ou de plomb; A C, une tige cylindrique, divisée en parties égales nommées degrés, et dont la graduation numérique va en montant pour les liquides plus légers que l'eau, et en descendant pour ceux qui sont plus lourds. Cet instrument s'enfonce dans les liquides en y conservant une position perpendiculaire à leur surface; le zéro est au niveau de l'eau distillée, et l'aréomètre s'enfonce d'autant moins, que le liquide dans lequel on le plonge est moins dense.

L'*Aréomètre de Farenheit* diffère de celui de Beaumé en ce que le tube n'est marqué que d'un simple trait, et est surmonté d'un plateau. Cet instrument se construit en métal ou en verre. A est un sphéroïde creux d'un grand volume; D, une petite sphère remplie de mercure pour lester l'instrument, afin qu'il se maintienne verticalement; C, une petite tige sur laquelle on fixe par un trait le point d'immersion; B, un petit plateau pour recevoir des poids. Pour s'en servir, on plonge l'instrument dans l'eau, et l'on met dans le plateau le nombre de poids nécessaire pour faire descendre le trait à sa surface : c'est ce qu'on appelle *affleurer l'aréomètre*. Le poids de l'instrument et le poids additionnel, c'est-à-dire nécessaire à l'affleurement, donnent un total qui in-

dique la pesanteur du volume d'eau déplacé par l'aréomètre ; on répète ensuite la même expérience sur le liquide dont on veut comparer la pesanteur spécifique à celle de l'eau, et les deux poids totaux ainsi obtenus, sont les nombres dont le rapport exprime les densités relatives des deux liquides.

On nomme *aréomètre de Nicholson*, celui de Farenheit, à l'extrémité duquel on a suspendu un petit plateau pouvant porter de petits corps solides, ou un petit entonnoir métallique et criblé de trous pour les corps plus légers que l'eau. Connaissant le poids nécessaire pour son affleurement, poids que je suppose ici être égal à 1000 grains, il est clair que, s'il faut ajouter seulement 30 grains au corps mis dans le plateau supérieur pour obtenir le même affleurement, ce corps pèsera dans l'air 970 grains. Le plaçant ensuite dans le plateau inférieur, si de nouveau, pour l'immersion, il faut ajouter 97 grains, 970 divisés par 97 donneront 10 pour densité du corps, celle de l'eau étant prise pour unité.

Pour déterminer la pesanteur spécifique des gaz, on prend, comme nous l'avons déjà dit, l'air atmosphérique pour unité ; on pèse d'abord un ballon dans lequel on a fait le vide ; on y fait entrer l'air, et on le pèse de nouveau ; on fait ensuite le vide, puis on introduit dans le ballon le gaz dont on veut avoir le poids spécifique. On a ainsi deux nombres dont le rapport est la densité cherchée.

Les tableaux suivants feront connaître la densité

ou le poids spécifique de la plupart des corps les plus intéressants à connaître.

TABLE des pesanteurs spécifiques des solides, celle de l'eau étant 1 (*à* 18° *centigrades*).

Substance	Pesanteur spécifique
Platine laminé	22,0690
Platine passé à la filière	21,0417
Platine forgé	20,3366
Platine purifié	19,5000
Or forgé	19,3617
Or fondu	19,2581
Tungstein	17,6
Mercure (à 0°)	13,598
Plomb fondu	11,3523
Argent fondu	10,4743
Bismuth fondu	9,822
Cuivre en fil	8,8785
Cuivre rouge fondu	8,7880
Arsenic	8,308
Acier non écroui	7,8163
Fer en barre	7,7880
Fer fondu	7,2070
Étain fondu	7,2914
Zinc fondu	6,861
Antimoine fondu	6,712
Chrôme	5,9
Iode	4,9480
Topaze orientale	4,0106
Topaze de Saxe	3,5640
Diamants les plus lourds (légèrement colorés en rose	3,5310
— les plus légers	3,5010
Flint-glass (anglais)	3,3293
Spath fluor (rouge)	3,1911

Marbre de Paros (chaux carbonatée lamellaire)..	2,8376
Émeraude verte.	2,7755
Perles.	2,7500
Chaux carbonatée cristallisée.	2,7182
Quartz-jaspe.	2,7101
Corail.	2,680
Cristal de roche pur.	2,6530
Quartz-agathe.	2,615
Verre de Saint-Gobain..	2,4882
Porcelaine de la Chine.	2,3847

Liquides.

Acide sulfurique.	1,8409
Acide nitreux.	1,550
Eau de la mer Morte..	1,2403
Acide nitrique.	1,2175
Eau de la mer.	1,0263
Lait.	1,03
Eau distillée.	1,0000
Vin de Bordeaux..	0,9939
Vin de Bourgogne.	0,9915
Huile d'olives.	0,9153
Éther muriatique..	0,874
Huile essentielle de térébenthine.	0,8697
Bitume liquide, dit *naphte*..	0,8475
Alcool absolu..	0,792
Éther sulfurique.	0,7155

Pesanteurs spécifiques des fluides élastiques, celle de l'air étant prise pour l'unité.

Fluides élastiques.	Densités déter. par exp.	Densités calculées.
Air.	1,0000	
Vapeur d'iode.		8,6195
Vapeur d'éther hydriodique. . .	5,4749	
Vap. d'essence de térébenthine..	5,0130	
Gaz hydriodique.	4,443	
Gaz fluo-silicique.	3,5735	
Gaz chloro-carbonique.		3,3894
Vapeur de carbure de soufre. . .	2,6447	
Vapeur d'éther sulfurique. . . .	2,5860	
Chlore.	2,470	2,4216
Gaz euchlorine.		2,3782
Gaz fluo-borique.	2,3709	
Vapeur d'éther hydro-chlorique.	2,2119	
Gaz sulfureux.	2,1204	
Gaz chloro-cyanique.		2,111
Cyanogène.	1,8064	1,8011
Vapeur d'alcool absolu..	1,6133	
Protoxyde d'azote.	1,5204	1,5209
Acide carbonique..	1,524	
Gaz hydro-chlorique.	1,2474	
Gaz hydro-sulfurique..	1,1912	
Gaz oxygène.	1,1036	
Deutoxyde d'azote.	1,0388	1,0364
Gaz oléfiant.	0,9780	
Gaz azote..	0,976	
Gaz oxyde de carbone.	0,9569	0,9678
Vapeur hydro-cyanique.	0,9476	0,9360
Hydrogène phosphoré.	0,870	
Vapeur d'eau..	0,6235	0,624
Gaz ammoniacal.	0,5967	
Gaz hydrogène carboné.	0,555	
Gaz hydrogène arsénié.	0,529	
Gaz hydrogène..	0,0688	

288. Tout ce qui vient d'être dit sur la mesure des densités nous conduit à ceci :

1° *Les densités de deux corps qui ont des volumes égaux, sont comme leurs masses;*

2° *Deux corps de même densité qui perdent des poids égaux dans le même liquide, sont de même volume;*

3° *Les pesanteurs spécifiques de deux corps d'un même poids, sont en raison réciproque de leur volume;*

4° *La pesanteur spécifique d'un solide qui surnage un liquide plus pesant, est à celle de la densité de ce liquide comme le volume de la partie plongée est au volume du corps entier.*

289. *De la capillarité.* Nous avons eu déjà l'occasion de parler de la force moléculaire, et nous avons dit que c'était elle qui protégeait les liquides et les solides contre la dispersion de leurs molécules, et qui maintenait leur adhérence. Nous allons citer quelques phénomènes qui sont aussi les effets de cette force. On sait que si l'on plonge verticalement des tubes de verre ou d'autres corps dans des liquides qui soient capables de les mouiller, ces derniers s'élèvent au-dessus de leur niveau en formant une surface courbe dont la convexité regarde la terre. Au contraire, sur les bords d'un corps gras plongé dans l'eau, ou sur les parois internes d'un tube humide placé dans du mercure, ces liquides s'abaissent au-dessous de leur niveau, en formant une courbure inverse à la précédente. On donne à la première le nom de *ménisque concave*, et à la dernière celui de *ménisque convexe*. D'autres phénomènes sont encore dépendants de la même cause; tels sont : la forme sphérique que prennent les gouttes de liquides, la marche de l'eau entre deux glaces peu inclinées, l'adhésion de deux disques accolés l'un à

l'autre par l'intermédiaire d'un liquide ou d'un corps gras, etc. , etc. Ce sont-là les phénomènes que les physiciens appellent *capillaires*, et qui sont ainsi nommés, pour exprimer que les tubes qui servent à les produire sont d'un diamètre dont la finesse approche de celle d'un *cheveu*. Ils ne dépendent pas de la pression atmosphérique , puisqu'ils se réalisent tout aussi-bien dans le vide qu'en plein air ; mais de l'affinité du liquide pour le tube, et de l'attraction des molécules du liquide les unes pour les autres. Cette affinité s'exerce à des distances infiniment petites entre le tube et le liquide , et entre les molécules liquides elles-mêmes ; car si l'on fait varier l'épaisseur du verre sans changer le diamètre, l'élévation reste la même qu'auparavant ; ce qui montre qu'au-delà d'une certaine distance, si petite qu'elle soit, sans doute inappréciable pour nous, toutes les couches que l'on peut ajouter à la matière du tube n'ont aucun résultat appréciable. Une des conséquences de ce fait, c'est que la nature de la matière du tube n'influe en rien, et que la hauteur est, dans tous les cas, la même que si le liquide s'élevait dans un tube de même diamètre formé par le liquide lui-même.

La concavité du ménisque accompagne toujours l'élévation de la colonne du liquide, au contraire l'abaissement correspond constamment à un ménisque convexe ; et du rapprochement de ces deux faits, De Laplace a fait sortir le secret du phénomène. En effet, quand un liquide en repos prend une surface horizontale, on doit admettre qu'indépendamment de la gravitation, il existe une autre force qui porte les molécules les unes vers les autres, et le calcul montre que si la surface devient convexe, l'attraction propre du fluide par lui-

même augmente, et qu'elle diminue au contraire si la surface est concave. Le mercure et l'eau en offrent deux exemples.

Voici les conséquences mathématiques auxquelles De Laplace est arrivé : « Pour une colonne circulaire dans un tube très fin, la variation de la force attractive est presque exactement réciproque au diamètre intérieur du tube, et la hauteur se réduit à moitié si le tube peut être changé en deux faces parallèles, dont l'intervalle soit le même que son diamètre intérieur. » Enfin, M. Lehot a démontré que les oscillations d'un liquide diminuaient plus rapidement d'amplitude quand la résistance du tube était plus grande, c'est-à-dire, lorsque la cohésion du liquide pour le verre était très forte.

De l'équilibre des gaz et des pressions atmosphériques.

290. Les gaz sont aussi soumis à deux espèces de forces : celle de la pesanteur, et celle qu'on nomme moléculaire.

La première se prouve en faisant le vide dans un ballon à robinet, cherchant son poids, laissant rentrer l'air, et le pesant de nouveau. La nouvelle charge, pour établir l'équilibre, devra équivaloir à plus d'un gramme par litre d'air.

La force moléculaire agit sur les gaz d'une manière inverse à tous les corps : car, pour les solides et les liquides, elle tend à retenir les molécules entre elles, elle est coërcitive; tandis que pour le gaz, au contraire, elle est répulsive; et toutes les molécules cèdant à l'action de cette force, tendent sans cesse à s'éloigner les unes des autres, et s'éloignent en effet, jusqu'à ce qu'elles rencontrent des obstacles qui les arrêtent. C'est ce qu'il est facile de démontrer par l'expérience. Que l'on prenne une vessie

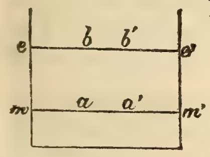
de la capacité d'un litre, et que l'on y renferme un demi-litre d'air; tant que la surface extérieure de la vessie sera pressée par l'atmosphère, les parois de cette poche résisteront à l'effort que les molécules gazeuses renfermées dans son intérieur feront pour s'éloigner les unes des autres et pour occuper plus d'espace; mais si on place la vessie sous le récipient de la machine pneumatique, et qu'en faisant le vide dans cet instrument on diminue la pression supportée par la surface extérieure, le gaz emprisonné dans son intérieur, se dilatera et distendra la vessie.

Cette pression que les gaz exercent contre les parois des vases qui les contiennent, est ce que l'on nomme leur *force élastique* ou leur *tension*.

291. C'est sur l'élasticité de l'air qu'est basée la *machine pneumatique*, instrument à l'aide duquel on fait le vide dans des vases dont les parois ne s'affaissent pas sous le poids de l'atmosphère. Cette machine consiste en un vase à parois inflexibles (une cloche de verre), dont l'intérieur communique avec un corps de pompe, disposé de façon que l'air peut s'en échapper lorsqu'on élève le piston, mais ne peut y rentrer lorsqu'on l'abaisse. Admettons que le corps de pompe et le récipient soient chacun de la capacité d'un litre : la capacité totale sera de deux litres lorsque le piston sera élevé, et rien ne sera changé lorsqu'on l'abaissera, si ce n'est que l'instrument sera alors divisé en deux parties égales par la soupape; or, lorsqu'on soulève ensuite le piston, le litre d'air contenu dans le corps de pompe et situé au-dessus de la soupape, ne pourra plus descendre au-dessous de cette cloison mobile, et s'échappera au-dehors. L'instrument ne renfermera donc plus alors qu'un litre d'air; mais ce gaz, en raison de sa tension, se dilatera, et occupera tout

l'espace rempli primitivement par les deux litres. Un second coup de piston agira comme le premier et diminuera encore de moitié la quantité d'air contenue dans l'instrument, et ainsi de suite. D'après cela on voit qu'après un certain nombre de coups de piston, la quantité d'air restant dans le récipient doit être infiniment petite, mais que le vide ne peut jamais être parfait.

292. Il n'y a qu'une seule condition d'équilibre pour les gaz, c'est que la force élastique soit la même dans toute l'étendue d'une même couche, condition qui se déduit des mêmes principes que celle de l'équilibre des liquides : savoir de la mobilité des molécules et de l'action de la pesanteur sur elles. En effet, dans un vase quelconque, tous les points de



la couche horizontale $e\ e'$ doivent avoir la même élasticité, car sans cela comment les molécules qui sont en b pourraient-elles arrêter la force répulsive de celles qui sont en b'; et ces forces ne peuvent s'arrêter et se faire équilibre, à moins qu'elles ne soient égales dans tous les points de la couche $e\ e'$. Il en est de même dans toutes les sections de niveau que l'on peut concevoir, soit au-dessus, soit au-dessous de $e\ e'$; mais il est constant que la couche $m\ m'$, par exemple comme dans les liquides, est plus pressée que $e\ e'$, puisqu'elle supporte toute la pression exercée en $a\ a'$, qui lui est transmise par le principe de l'égalité de pressions, plus le poids de l'air compris dans la colonne $e\ m'\ e'\ m'$.

Comme dans les liquides, l'équilibre est stable quand la densité de l'air inférieur est plus grande que celle de l'air supérieur.

D'après ce principe, on voit que toutes les cou-

ches de l'atmosphère doivent supporter par-tout, au même niveau, la même pression. C'est pour cette raison que la pression atmosphérique n'est pas diminuée par l'existence de cloisons qui peuvent séparer les couches inférieures des couches placées au-dessus, et qu'à la même hauteur elle est égale en plein air ou dans l'intérieur d'un appartement.

Les gaz n'ont pas de surfaces libres comme les liquides, puisqu'un obstacle est nécessaire à leur force expansive. Cependant nous verrons plus tard qu'il n'en faut pas conclure que l'atmosphère terrestre soit sans limites.

293. Les conditions générales de l'équilibre des gaz étant une fois posées, on peut constater par des expériences directes, qu'en effet toutes les couches inférieures de l'air sont pressées par les couches supérieures, et qu'elles le sont diversement suivant la hauteur à laquelle on s'élève au-dessus du niveau de la mer.

294. On prouve la pression prodigieuse de l'atmosphère en faisant le vide sous un manchon de verre, dont l'extrémité supérieure est fermée par une vessie bien tendue sur les bords du vase. La vessie, soumise, d'une part, à la poussée de l'air intérieur qui tend à la pousser de bas en haut, et, de l'autre, à la pression de l'air extérieur qui la pousse en sens contraire, reste en équilibre tant que ces deux pressions sont égales. Mais si, au moyen de la machine pneumatique, on fait le vide dans l'intérieur de l'appareil, la pression intérieure devenant alors plus faible, la vessie cède à la pression extérieure et fléchit de dehors en dedans. Sa concavité augmente à mesure qu'on raréfie l'air, et il vient un certain moment où il suffit de la toucher du bout du doigt pour qu'elle se brise avec fracas; ce bruit est causé par la violence avec laquelle

l'air tend à rentrer dans le vase. Nulle cause n'intervient, dans cette expérience, que la pression de la colonne d'air ayant pour base la surface de la membrane, et pour hauteur toute celle de notre atmosphère.

Si, au lieu de placer la vessie horizontalement, on dispose l'appareil de façon que la membrane soit inclinée ou même verticale, on obtient encore le même résultat, ce qui prouve que la pression atmosphérique se fait nonseulement de haut en bas, mais dans tous les sens.

295. Torricelli démontra d'une manière plus évidente encore la pression de l'atmosphère, lorsqu'il expliqua au fontainier de Côme de Médicis, pourquoi il était impossible de faire monter l'eau dans une pompe à plus de trente-deux pieds au-dessus de son niveau. Il prit pour cela un tube de verre de quatre pieds de long et fermé d'un bout, le remplit de mercure, boucha la partie inférieure avec le pouce, et le renversa dans un bain de mercure; celui-ci descendit alors un peu dans le tube, oscilla et se soutint à vingt-huit pouces. Son raisonnement est celui-ci : si, comme l'avait supposé son maître Galilée, l'ascension de l'eau, dans une pompe à trente-deux pieds, dépendait de la pression atmosphérique, il était évident qu'un liquide pesant le double de l'eau supporterait l'atmosphère avec une colonne de seize pieds; car pour exercer des pressions égales, les colonnes liquides doivent avoir des hauteurs qui soient en raison inverse de leur densité. Or, le mercure pesant quatorze fois plus que l'eau, vingt-huit pouces de mercure presseront donc autant que trente-deux pieds d'eau, et devront, par conséquent, faire équilibre à la pression atmosphérique, qui est

capable de contrebalancer le poids d'une colonne d'eau de trente-deux pieds de haut.

Voilà toute la théorie des baromètres; voilà leur origine. On peut donc affirmer, puisque la terre est enveloppée de toutes parts d'une immense atmosphère, que tous les êtres vivent à sa surface sous une pression d'air égale à une colonne d'eau de trente-deux pieds.

On a calculé à combien pouvait monter la totalité de cette pression sur toute la surface du corps d'un homme de moyenne grandeur, et l'on a trouvé qu'elle surpassait trente-trois milliers de livres ou environ seize mille kilogrammes. Ce résultat peut, au premier abord, nous paraître incroyable; mais nous sommes encore plus étonnés lorsque nous considérons les poissons qui vivent au fond de la mer et qui supportent une colonne d'eau de deux ou trois mille pieds, c'est-à-dire, soixante-dix-huit ou quatre-vingt fois plus lourde que l'atmosphère. Tout ce merveilleux disparaît si l'on fait attention que l'intérieur de notre corps, et nos os mêmes, sont remplis de liquides incompressibles, ou d'air aussi élastique que celui du dehors. De même, les poissons sont remplis et pénétrés de liquides qui résistent à la pression de l'eau extérieure; or, comme cette pression est égale en tous sens, elle se contrebalance d'elle-même, et l'animal n'est nullement gêné dans ses mouvements.

296. Le *baromètre* est le tube plein de mercure que nous venons de décrire, mais modifié de telle manière qu'il puisse être d'un usage commode dans la pratique. C'est toujours un tube de verre dans lequel le mercure se maintient à une hauteur d'environ 28 pouces ou de 0^m 76. On obtient ce résultat en faisant plonger son extrémité ouverte dans une cuvette pleine de mercure. Ce liquide est soumis à la pression atmosphérique, et communique cette pression à la colonne de mercure placée dans le tube, colonne qui, comme nous l'avons dit, n'éprouve aucune pression à sa partie supérieure. Le vide au-dessus du mercure s'appelle *barométrique* ou *vide de Torricelli*. Telle est la construction du *baromètre à cuvette*.

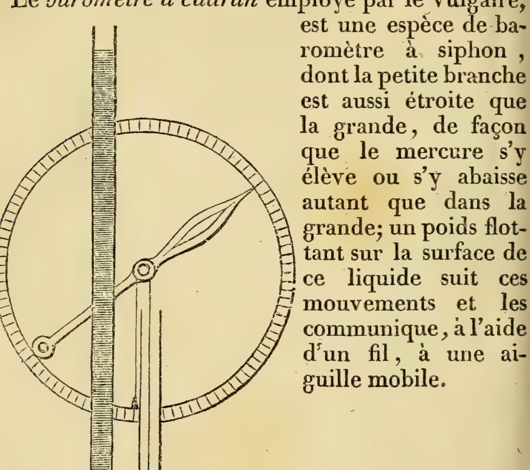
Il y a deux espèces de baromètres : les baromètres à cuvette et ceux à siphon.

Le *baromètre à siphon* consiste en un tube recourbé, à branches inégales, dont la plus courte est ouverte pour donner passage à l'air extérieur, et la plus grande est bouchée. La différence de niveau du mercure dans les deux branches est précisément la longueur de la colonne barométrique. Pour rendre cet instrument plus facile à transporter, on y place souvent un robinet au milieu de la courte branche.

La plupart des baromètres français portent deux échelles : l'une en mètres et en millimètres, l'autre en pouces et en lignes : on conçoit aisément que ces échelles doivent être d'une grande exactitude. Dans le baromètre à siphon, qui est le *baromètre ordinaire*, l'échelle

des hauteurs est ordinairement en métal; le *zéro* de sa division est fixe, et se trouve au niveau du mercure de la courte branche.

Le *baromètre à cadran* employé par le vulgaire, est une espèce de baromètre à siphon, dont la petite branche est aussi étroite que la grande, de façon que le mercure s'y élève ou s'y abaisse autant que dans la grande; un poids flottant sur la surface de ce liquide suit ces mouvements et les communique, à l'aide d'un fil, à une aiguille mobile.



M. Gay-Lussac a modifié le baromètre à siphon de manière à le rendre très portatif. L'extrémité supérieure de la branche courte B D est percée d'un trou capillaire qui, en empêchant le mercure de sortir, laisse cependant un libre passage à l'air, de sorte qu'on peut renverser le baromètre sans répandre le liquide.

Le *baromètre de Fortin* est un baromètre à cuvette; ce qui le distingue, c'est qu'il est à niveau fixe. Ce niveau est marqué par l'extrémité d'une pointe d'ivoire. La cuvette a un fond mobile, et il suffit de tourner la vis qui y est adaptée, pour faire monter ou descendre le niveau et le faire correspondre au point indiqué par la pointe d'ivoire. Ce baromètre est très propre à l'observation, puisqu'il donne la hauteur barométrique à moins de 1/20 de millimètre.

Il y a beaucoup de précautions à prendre dans la construction d'un baromètre. Nous signalerons les plus importantes:

1° Il faut que le mercure soit pur, parce que sa densité s'altère avec sa pureté.

2° Le tube doit être parfaitement sec, et assez fort pour supporter le poids du mercure.

3° L'air doit être soigneusement chassé de l'intérieur du tube; car si, au-dessus de la colonne barométrique, il restait un peu d'air ou de vapeur, ce serait une force élastique qui agirait sans cesse pour repousser le mercure, et qui l'empêcherait de monter à son vrai niveau. Pour obtenir un vide aussi parfait que possible, on a soin de faire bouillir le mercure à mesure que l'on en remplit le tube.

4° La capillarité des tubes, et les dilatations produites par les variations de température sur les

tubes et le mercure lui-même, donnent aussi lieu à des erreurs qu'on corrige facilement par le calcul.

297. D'après ce que nous avons dit sur la nature de la pression atmosphérique, on voit que cette pression étant égale à la hauteur de la colonne d'air au-dessus du niveau observé, elle doit être d'autant plus grande que l'on se rapproche davantage du centre de la terre, et qu'au contraire, le baromètre doit s'abaisser au fur et à mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère ; aussi, sur le mont Saint-Bernard, le mercure n'a-t-il plus que 0^m 57 de hauteur. Les expériences des physiciens ont fait connaître que la colonne barométrique descend d'un millimètre pour 10^m, 5 d'élévation. Cependant l'abaissement est plus considérable dans les régions très élevées de l'atmosphère, et cela tient à ce que la densité de l'air ne diminue pas d'une manière uniforme.

298. Le principal usage du baromètre est de mesurer les pressions atmosphériques, soit pour les comparer entre elles à un même niveau et étudier ainsi les changements qui surviennent dans la hauteur de la couche d'air qui entoure le globe, soit pour les comparer dans des localités différentes et en déduire la hauteur de ces lieux au-dessus du niveau de la mer. Mais les variations du mercure donnent aussi lieu à des inductions météorologiques, souvent vraies, qui sont fondées sur ce qu'il fait généralement beau quand l'atmosphère est pesante. Voici quelques-unes des règles qui peuvent faciliter l'usage du baromètre pour les prédictions météorologiques ;

1° L'élévation de la colonne barométrique présage le beau temps ; son abaissement, au contraire, est un signe de vent, de pluie, de neige ou d'orage. Dans le premier cas, la surface du mercure est convexe ; dans le second, elle est concave.

2° L'abaissement du mercure dans un temps très chaud prédit la pluie.

3° Son élévation en hiver est un signe de gelée; et, si pendant la gelée il descend de quelques degrés, on peut espérer le dégel.

4° Si le mauvais temps suit immédiatement l'abaissement du mercure, il sera de courte durée. Il en sera de même du beau temps arrivé incontinent après son élévation.

5° Les oscillations du mercure indiquent de l'incertitude dans le temps.

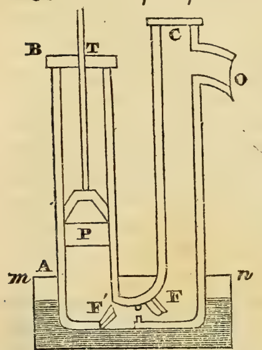
299. La *pompe* et le *siphon* sont des instruments dont l'action dépend aussi de la pression atmosphérique.

On se sert des *pompes*, pour élever l'eau à des hauteurs plus ou moins considérables. Toutes ne tirent pas immédiatement leur action de la pression atmosphérique. Il y en a de trois espèces: la pompe *foulante*, *aspirante*, *foulante* et *aspirante*.

300. La *pompe ordinaire* est une pompe *aspirante* et *soulevante*, elle se compose d'un corps de pompe A B, à l'extrémité inférieure duquel est un canal qui plonge dans l'eau. P en est le piston qui monte et descend à frottement et qui est muni d'une soupape F, s'ouvrant de bas en haut. Dans l'intérieur du corps de pompe et à une distance de l'eau moindre que trente-deux pieds, se trouve une seconde soupape F'. Tout étant disposé, quand le piston P descend, la soupape F' reste fermée en vertu de son poids, tandis que la soupape F est soulevée par la force élastique

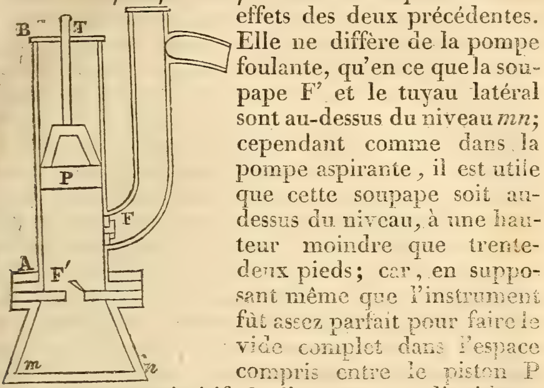
de l'air compris entre les deux soupapes, et une partie de cet air est ainsi chassée; si on relève le piston, il se forme alors un vide au-dessous de lui, et la soupape F se ferme aussi d'elle-même, par son propre poids, tandis qu'à son tour la soupape F' est soulevée par la force élastique de l'air compris entre elle et la surface de l'eau. On voit par là que la marche ascendante et descendante du piston diminuant sans cesse, la pression atmosphérique fait monter chaque fois l'eau à une certaine hauteur, dans la partie inférieure du corps de pompe: et même, en continuant le jeu du piston, on la verra bientôt au-dessus de la soupape F', puis de la soupape P, puis enfin transportée par le piston à telle hauteur qu'on voudra la faire écouler.

301. La *pompe foulante* est composée d'un corps de pompe AB, dans lequel monte et descend à frottement un piston P, entièrement plein. *m n* est le réservoir, F une soupape qui s'ouvre de l'intérieur à l'extérieur, F' une autre soupape qui s'ouvre de bas en haut. En sorte qu'en abaissant le piston P, la soupape F' se ferme, tandis que la soupape F, pressée par l'air condensé, s'ouvre et le laisse échapper. Quand le piston se relève, la soupape F se ferme; et comme l'eau tend toujours à se mettre de niveau, la soupape F' s'ouvre pour en laisser passer une portion et se refermer ensuite. On abaisse de nouveau le piston, et la soupape F s'ouvre encore pour donner issue au liquide qui s'é-



lève, dans le tuyau latéral C, à une certaine hauteur.

302. La *pompe composée* est celle qui réunit les effets des deux précédentes. Elle ne diffère de la pompe foulante, qu'en ce que la soupape F' et le tuyau latéral sont au-dessus du niveau *mn*; cependant comme dans la pompe aspirante, il est utile que cette soupape soit au-dessus du niveau, à une hauteur moindre que trente-deux pieds; car, en supposant même que l'instrument fût assez parfait pour faire le vide complet dans l'espace compris entre le piston P et le niveau primitif de l'eau *m n*, ce liquide ne pourrait pas s'élever au-delà de trente-deux pieds.



303. On donne le nom de *ventouse* à un instrument destiné à soustraire plus ou moins complétement une partie de la surface du corps à la pression atmosphérique. C'est toujours un vase dont on applique l'ouverture sur la peau, et dans l'intérieur duquel on fait un vide plus ou moins complet; mais la manière dont on obtient ce vide varie; tantôt c'est en faisant communiquer la petite cloche de verre appliquée sur la peau avec un corps de pompe aspirante, et alors la ventouse ressemble en tout à une petite machine pneumatique, tantôt c'est en y faisant brûler de l'étoupe imprégnée d'alcool, et en renversant la cloche aussitôt sur la peau; la chaleur développée dilate l'air, comme nous le verrons par la suite, et une partie plus ou moins considérable de ce fluide

est expulsée de la ventouse; or, en se refroidissant, l'air resté tend à se condenser, et il se fait ainsi un vide d'autant plus parfait que la quantité d'air restée est moins considérable. Quoi qu'il en soit, l'action de la ventouse sur la peau est la même que celle de la pompe sur l'eau placée au-dessous d'elle; aussi la voit-on s'élever dans l'intérieur de l'instrument.

304. Le *siphon* est un instrument qui sert à transvaser les liquides, et consiste généralement en un tube recourbé à deux branches inégales. Pour s'en servir, on plonge la plus courte dans le liquide, on aspire pour raréfier l'air de l'instrument, et la liqueur aussitôt s'y introduit par la pression de l'air extérieur. La succion, dans ce cas, produit un effet analogue au piston de la pompe aspirante, et une fois que le siphon est *amorcé* (c'est-à-dire que ses deux branches sont remplies), le liquide s'écoule par l'extrémité de la longue branche jusqu'à ce que le niveau du réservoir s'abaisse au-dessous du niveau de cette ouverture; car alors l'air rentre dans l'instrument.

Pour concevoir comment l'écoulement a lieu, il faut remarquer que la force qui presse sur la surface du liquide contenu dans le réservoir et qui le sollicite à s'élever dans la courte branche du siphon, est égale à l'atmosphère, moins le poids de la colonne du liquide contenu dans cette même branche, et que la force qui agit à l'extrémité de la longue branche et qui sollicite le liquide à remonter, est égale à la pression de l'atmosphère, moins le poids de la colonne, contenu dans cette longue branche; or, cette dernière colonne étant plus grande que dans la courte branche du siphon et agissant en sens contraire, il en résulte que la force effective qui agit à l'extrémité libre de l'instrument est plus petite

que celle qui agit à l'extrémité plongée dans le liquide à transvaser : il s'établit un écoulement en vertu de la différence.

On doit bien concevoir que, pour que le siphon produise son effet, la distance du sommet au niveau du liquide ne doit pas excéder la hauteur à laquelle ce liquide peut être soutenu par la pression de l'atmosphère.

305. En parlant de la pression des liquides sur les corps qui y sont plongés, nous avons dit que le *principe d'Archimède* s'appliquait à toute espèce de fluides. Ainsi, *les corps plongés dans les gaz y perdent une partie de leur poids égale au poids du volume du gaz qu'ils déplacent.*

C'est sur ce principe que repose la construction des *aérostats*, dont la merveilleuse découverte est due aux frères Montgolfier, qui tentèrent la première expérience de cette nature à Annonay, le 5 juin 1783. Leur appareil, qui, de leur nom, prit celui de *montgolfière*, se composait d'un globe en taffetas, portant à sa partie inférieure une ouverture de quelques pieds carrés. Au-dessous de cette ouverture était suspendu un corps combustible, dans un léger panier de fil de métal. On enflammait ce corps combustible; alors l'air chaud, moins pesant que l'air froid, montait de lui-même dans le ballon et en remplissait toute la capacité. Bientôt le ballon, plus léger que l'air environnant, montait de lui-même jusqu'à ce qu'il fût arrivé dans une atmosphère assez raréfiée pour que la différence des poids de l'air froid déplacé et de l'air chaud intérieur fût justement égale au poids du taffetas, du panier et du combustible qu'il contenait.

Charles eut l'heureuse idée de substituer à l'air chaud le gaz hydrogène, qui est environ quatorze

fois plus léger. Ce célèbre physicien entreprit avec Robert le fameux voyage aérostatique, dans lequel il s'éleva à la hauteur de quatre ou cinq cents toises, et parcourut dans cette région plus de neuf lieues dans l'espace de deux heures.

Dans une de ses ascensions aérostatiques, M. Gay-Lussac s'est élevé à la hauteur de 7000 mètres, la plus grande à laquelle l'homme soit jamais parvenu. Son thermomètre descendit à 10° au-dessous de zéro, tandis qu'il marquait 30° à la surface de la terre. A cette hauteur, l'air est extrêmement sec et froid, et il paraît d'un bleu très foncé, mêlé d'une teinte noire. Dans ce voyage, M. Gay-Lussac a enrichi la physique des découvertes les plus importantes.

306. *De la compression des gaz.* Nous avons vu plus haut que les molécules des gaz tendent à s'éloigner les unes des autres, et que lorsque la pression qu'elles supportent vient à diminuer, elles s'éloignent effectivement. Leur volume varie donc avec les pressions, et l'expérience prouve, qu'en effet *les volumes des gaz sont en raison inverse des pressions qu'ils supportent.* Pour démontrer la vérité de ce principe connu sous le nom de la *loi de Mariotte*, on prend un tube de verre recourbé, de façon à représenter deux branches parallèles, dont l'une très courte est bouchée à son extrémité supérieure et l'autre très longue reste ouverte. On introduit ensuite un peu de mercure dans la courbure du tube, de manière à emprisonner une certaine quantité d'air dans la petite branche de l'instrument et à avoir le mercure au même niveau dans les deux branches; on note la longueur de la colonne d'air ainsi renfermée, puis on ajoute une certaine quantité de mercure dans la longue branche de l'instrument; on voit alors la colonne d'air

ainsi pressée se raccourcir; et en augmentant la hauteur de la colonne de mercure qui sert à la comprimer, on voit son volume diminuer en raison de la charge qu'elle supporte.

Il en résulte que la force élastique des gaz augmente avec la pression qu'ils supportent.

307. On appelle *manomètre* tout appareil à colonne de liquide propre à mesurer des pressions; le baromètre est un manomètre qui mesure la pression libre de l'atmosphère, et les *manomètres proprement dits* mesurent la pression des fluides contenus dans des espaces fermés.

Les *tubes de sûreté* employés par les chimistes, sont des espèces de manomètres indiquant la tension des gaz contenus dans les appareils auxquels ils sont adaptés. Ce sont des tubes en ꟙ, dans la courbure inférieure de laquelle on place une colonne d'eau ou de mercure. Quand la tension est égale à la pression atmosphérique, le liquide est au même niveau dans les deux branches; tandis que la tension venant à augmenter dans l'intérieur de l'appareil, la pression exercée par les gaz sur la surface du liquide, la déprime et fait monter la colonne contenue dans l'autre branche du tube; si au contraire les gaz contenus dans l'appareil se condensent, leur tension ne fait plus équilibre à la pression de l'atmosphère, et le liquide s'élève dans la branche du tube qui communique avec l'intérieur.

Les tubes de sûreté ont été inventés par *Welther*, et sont très employés, parce qu'ils empêchent en même temps les explosions et les absorptions. En effet, quand la pression intérieure devient trop faible, l'air atmosphérique refoule le liquide et pénètre dans l'appareil; au contraire quand elle est trop forte, elle chasse la colonne liquide et trouve une issue par le tube.

HYDRODYNAMIQUE ET HYDRAULIQUE.

On donne le nom d'hydrodynamique à *cette partie de la science qui fixe les lois du mouvement des fluides*, et celui d'hydraulique *à l'art qui s'occupe de l'application de ces principes.*

308. L'une des lois les plus importantes de l'hydrodynamique est celle que l'on connaît sous le nom du *théorème de Torricelli.*

Les molécules d'un liquide en sortant de l'orifice d'un vase ont la même vitesse que si elles fussent tombées librement dans le vide, d'une hauteur égale à la hauteur du niveau au-dessus du centre de l'orifice. En effet, l'expérience a démontré :

1° Que le mercure et l'eau s'écoulant par des orifices à d'égales profondeurs, ont la même vitesse d'écoulement ;

2° Qu'une colonne d'eau pressant à cent pieds au-dessus d'un orifice, s'écoule seulement dix fois plus vite qu'une autre colonne de la hauteur d'un pied.

3° Que la vitesse des molécules qui s'échappent de l'orifice, est la même que si elles fussent tombées du sommet de la colonne qui presse au-dessus de cet orifice. Ces découvertes formulées reviennent donc à ceci :

La vitesse d'écoulement ne dépend que de la profondeur de l'orifice au-dessous du niveau, et nullement de la nature du liquide ; car tous les corps tombent dans le vide avec la même vitesse.

Pour un même liquide, les vitesses d'écoulement sont comme les racines carrées des profondeurs de l'orifice au-dessous du niveau.

309. *Contraction de la veine.* — On entend par

contraction de la veine la forme que présente un liquide à quelque distance de l'ouverture d'où il jaillit, comme aussi au sortir de l'orifice. La veine est verticale ou parabolique, selon que l'ouverture est pratiquée au fond du vase ou à sa paroi supérieure.

Les ajutages sont des tuyaux à minces parois qu'on adapte à un orifice de même diamètre pour faciliter l'écoulement des fluides. Quand la veine reste libre et passe dans l'ajutage sans le toucher, l'écoulement est moins rapide que lorsqu'elle contracte une adhérence avec ce tuyau. On dit alors que l'écoulement se fait à *gueule-bée* ou à pleins tuyaux.

310. On est convenu de prendre le pouce d'eau pour mesure de la distribution des liquides, et par là on entend la quantité de fluide qui peut s'échapper par minutes d'une ouverture circulaire d'un pouce de diamètre, faite dans une paroi verticale, et avec une charge d'eau d'une ligne au-dessus de la partie supérieure de l'orifice.

311. Les jets d'eau sont aussi construits d'après le théorème de Torricelli : mais jamais les liquides jaillissant ne peuvent s'élever jusqu'à la hauteur du niveau au-dessus de l'orifice; car ils ont à lutter contre la résistance de l'air, contre le frottement sur les parois et contre les eaux qui retombent sur la colonne ascendante; aussi faut-il *un réservoir de cinq pieds un pouce pour avoir un jet de cinq pieds d'élévation.*

Les liquides qui jaillissent, produisent sur les vases, quand ils sont suspendus, un recul semblable à celui des armes à feu. Cet effet appelé réaction des liquides, est rendu très sensible par l'appareil nommé *tourniquet hydraulique.*

312. *Du mouvement des gaz.* Les gaz sont égale-

ment soumis au théorème de Torricelli : comme les liquides ils peuvent s'écouler par des orifices à minces parois, par des ajutages ou des tuyaux sous des pressions constantes et variables, et c'est au moyen de *gazomètres* qu'on vérifie la constance de leur écoulement. Les coudes, les renflements sont aussi pour eux des causes rétardatrices d'écoulement; mais un phénomène singulier a été observé par M. Faraday; c'est que les gaz les plus légers, qui, sous de fortes pressions, s'écoulent le plus vite, s'échappent au contraire le plus lentement par des tubes très fins, sous de moindres pressions.

ACOUSTIQUE.

313. L'acoustique est la partie de la physique qui s'occupe spécialement du *son*.

Le son est produit par les vibrations des corps élastiques. Les molécules d'air contiguës aux différents points de ces corps, prennent des mouvements semblables à ceux de ces points : elles vont et reviennent avec eux. Chaque molécule communique le mouvement à celle qui est derrière, celle-ci à une troisième, et ainsi de suite. La production et la transmission du son dépendent donc de l'élasticité des corps; et comme tous sont plus ou moins élastiques, tous sont aussi plus ou moins capables de produire ou de transmettre les vibrations sonores.

314. D'après ce qui vient d'être dit sur le mode de propagation du son, il est facile de prévoir que le son ne doit pas se faire entendre au même instant pour des observateurs placés à des distances essentiellement différentes. Cela s'observe, en effet, dans l'explosion d'une arme à feu ou de la foudre. La lumière devance le coup d'un laps de temps d'autant plus grand que l'observateur est plus éloigné du

corps qui a produit le choc. A une époque à laquelle on n'avait recours, pour toute explication d'un phénomène, qu'à l'existence supposée d'un fluide particulier, on a pu se demander quelle était la substance qui propageait si rapidement le son. Aujourd'hui la question est résolue par l'expérience suivante :

Un mouvement d'horlogerie, placé sur la platine de la machine pneumatique et supporté par un coussinet, ne laisse entendre aucun bruit si l'on fait le vide dans le récipient qui le recouvre ; mais le son augmente d'intensité avec la quantité d'air que l'on fait rentrer sous la cloche.

Il est donc évident que c'est par l'intermédiaire de l'air que le son se propage. Mais les gaz, l'eau et les corps solides sont encore de bons propagateurs du son. L'expérience de la cloche s'applique à ces trois circonstances ; car si l'on agite une sonnette dans un gaz ou dans l'eau, le son se fera toujours entendre ; et dans tous les cas, la matière de la cloche n'est point un obstacle à la transmission du son.

315. Étudions maintenant le mode de transmission des sons.

Tous les corps accomplissent des oscillations sous l'influence du mouvement qui produit le son. En vertu de leur élasticité, ceux qui, durant cette influence, donnent naissance à des excursions rapides de leur substance, sont les plus sonores, et engendrent ce qu'on appelle en acoustique des *vibrations*.

Supposons maintenant qu'une lame élastique, placée au milieu d'un cylindre et perpendiculairement à son axe, soit mise en vibration, et ralentissons par la pensée ses excursions, afin de la mieux étudier ; voici ce qui se passera : l'oscillation partant de gauche à droite, devrait pousser au dehors du cy-

lindre une couche d'air égale au diamètre de son amplitude, si cet air était un corps solide parfaitement dur; mais il est au contraire très fluide et très compressible, et comme ce mouvement ne peut s'exercer instantanément sur toutes les parties de l'air, il en résultera la compression de la couche contiguë à la lame vibrante. Si l'oscillation de cette lame persistait ou augmentait, il est évident que le mouvement ne tarderait pas à gagner de proche en proche toute la portion d'air renfermée dans le cylindre, pour s'étendre même au-delà. Mais il n'en est point ainsi : la lame vibrante redescend à son point normal, pour recommencer de droite à gauche le même phénomène; alors il se produit un vide dans lequel la première couche d'air comprimée vient commencer avec elle une vibration inverse à la première; tandis qu'à la partie antérieure de la lame une première couche se trouve à son tour comprimée. Le corps continue ainsi à se mouvoir à gauche et à droite; mais comme à chaque va et vient, il a imprimé son mouvement oscillatoire à une couche d'air antérieure et postérieure, on conçoit aisément que la lame s'étant identifiée avec cette couche, après la première unité de temps, agitera de nouvelles molécules d'air, jusqu'à ce que les vibrations de la lame cessent. C'est ainsi, en effet, que le son se propage. On a donc appelé *onde sonore l'ensemble des ondulations communiquées aux couches d'air;* et *longueur d'une ondulation, l'étendue de l'excursion de chaque couche.*

316. L'expérience de la cloche placée dans le récipient de la machine pneumatique montre que *le son décroît d'intensité en raison directe de la raréfaction de l'air.* Dès lors les bruits dont la terre retentit doivent expirer sur les limites de l'atmosphère.

317. Tous les sons, quel que soit leur ton, leur timbre ou leur intensité, se propagent dans l'air avec la même vitesse, et cette vitesse est égale à 340^m par seconde à la température de 16°.

Quant à la force du son, les observations ont montré qu'elle croît dans un air plus dense et qu'elle diminue dans un air plus rare. Elle décroît aussi avec l'éloignement, et cela vraisemblablement en *raison inverse du carré de la distance.*

Lorsque le son se propage dans une masse d'air limitée, comme dans un long tuyau cylindrique, il parvient à de très grandes distances, sans perdre de son intensité, si ce n'est la diminution bien faible occasionée par le frottement des particules d'air contre les parois. Ainsi M. Biot a observé qu'en se plaçant à l'extrémité d'un aqueduc de 951 1/4 mètres de longueur, on entendait très distinctement la voix la plus faible d'une autre personne parlant à l'autre bout; tandis que dans un espace indéfini, cette intensité décroissait à cause de l'augmentation non interrompue de la surface d'ébranlement.

318. Le son se réfléchit à la manière de la chaleur et de la lumière, en faisant un angle d'incidence égal à celui de réflexion, et *la vitesse de réflexion est égale à celle de propagation directe:* son intensité est la même que celle d'une onde sonore qui aurait une longueur double de l'onde réfléchie. Dans le cas de réflexion confuse, le son n'est qu'une résonnance; c'est au contraire un écho, lorsqu'il est reproduit distinctement; enfin ces échos sont mono ou polysyllabiques, selon qu'ils rendent nettement une ou plusieurs syllabes.

On cite en Angleterre l'écho du parc de Woodstock qui répète vingt syllabes pendant la nuit, et dix-sept pendant le jour. On cite aussi le châ-

teau de Simonetta, en Italie, qui répète quarante fois un son.

319. On divise en deux espèces le son : 1° *le bruit*, ou choc instantané des molécules de l'air ; 2° le *son musical*, ou la série de vibrations isochrones de cet air.

Le son musical peut être étudié sous trois points de vue : *l'intensité*, qui dépend de l'amplitude des vibrations ; *le ton* qui dépend de leur nombre, *et le timbre*, qualité que donne chaque instrument à la même note.

Le son est d'autant plus aigu que, dans un temps donné, le nombre des vibrations est plus grand, et la longueur de l'ondulation est d'autant plus grande que le son est plus grave. Ainsi le son le plus grave que nous puissions entendre a une longueur d'onde de trente-deux pieds, et le son musical le plus aigu n'a qu'une longueur d'onde d'environ neuf lignes ; le premier résulte de trente-deux vibrations, et le second d'environ seize mille vibrations par seconde. Les limites extrêmes de la voix des hommes sont cent quatre-vingt-douze et six cent trente-trois vibrations par seconde, et celle des femmes de cinq cent soixante-seize et mille six cent vingt.

320. La série des sons, depuis le plus grave jusqu'au plus aigu, en renferme une infinité ; mais, si en partant du plus grave, on consulte l'oreille, on formera une suite de tons tels, que le premier étant rendu en même temps que le huitième, ces deux sons se confondront, de manière que l'oreille n'en distinguera qu'un seul ; il en sera de même du deuxième et du neuvième, et ainsi de suite. Il résulte de là que la série de ces sons forme une suite de périodes de sept sons ; périodes qui ne sont pas identiques, puisque chacune est plus aiguë que la précédente, mais qui, lorsqu'elles sont simul-

tanées, jouissent de la propriété de se confondre comme si elles étaient identiques. Chaque période porte le nom d'*octave*, et les sons ou *notes* qui la composent et que l'on appelle une *gamme*, ont reçu les noms suivants : *ut*, *ré*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *si*.

Les sons co-existants qui flattent l'oreille, ont reçu le nom d'*accords*; ceux qui ne produisent qu'une sensation pénible, portent le nom de *discordants*. L'accord le plus agréable à l'oreille est l'octave; après, viennent les accords de *tierce* et de *quinte* qui résultent de la résonnance simultanée d'un son avec la troisième ou la cinquième en dessus ou en dessous de l'échelle harmonique.

Les sons qui produisent les accords les plus parfaits ou l'octave, sont toujours produits par des vibrations dont le nombre est dans le rapport de 1 à 2; dans l'accord de tierce, le nombre des vibrations d'où résultent les deux notes, sont dans le rapport de 2 à 3, et dans l'accord de quinte, dans le rapport de 4 à 5.

Voici le tableau du nombre de vibrations dans un temps donné pour chaque son de la gamme.

Ut.	1	*Sol.*	3/2
Ré.	9/8	*La.*	5/3
Mi.	5/4	*Si.*	15/8
Fa.	4/3	*Ut.*	2

Quand on vient à pincer une corde tendue sur un instrument, deux phénomènes peuvent être observés : 1° le son monte et devient plus aigu, à mesure que l'on raccourcit la corde ou qu'on la tend davantage; 2° le nombre des vibrations augmente en même temps très sensiblement. Voici maintenant les lois qui constatent la dépendance existant entre le ton d'une corde, sa longueur, sa tension et la rapidité des vibrations.

*

1° *Les nombres de vibrations d'une corde sont en raison inverse de sa longueur ;*

2° *Les nombres de vibrations d'une corde sont proportionnels aux racines carrées des poids qui la tendent ;*

3° *Les nombres des vibrations des cordes de même matière sont en raison inverse de leur épaisseur ou de leur diamètre ;*

4° *Les nombres de vibrations des cordes de matières différentes sont en raison inverse des racines carrées de leurs densités.*

321. En faisant vibrer une corde tendue, on remarque des vibrations *transversales* et des vibrations *longitudinales*. On aperçoit facilement les vibrations transversales et les *nœuds* ainsi que les *ventres* qu'elles forment. Les nœuds sont les deux points immobiles de la corde, et le ventre est l'espace renfermé entre les courbes qu'elle décrit dans ses oscillations. Les vibrations longitudinales ne sont point sensibles à l'œil.

Une chose digne de remarque, c'est que, dans une corde que l'on fait vibrer, il s'établit des nœuds fictifs de vibration, de telle sorte qu'une oreille exercée entend bien la *tierce*, la *quinte*, l'*octave* et même la *double octave* du son produit par la corde entière. Si l'on place sur la longueur de cette corde tendue horizontalement, de petits chevalets de papier blanc sur les nœuds de vibration, et des chevalets de papier coloré à l'endroit des ventres de vibration de chaque intervalle défini par les premiers chevalets, et que l'on vienne à faire légèrement vibrer la corde avec un archet, tous les chevalets colorés sont lancés au loin, tandis que les autres resteront en place.

322. Les verges, les plaques et les membranes sont

aussi des corps capables de vibrations, qui méritent d'être étudiées.

Les *verges solides* n'ont pas besoin d'être tendues pour vibrer; il faut seulement qu'elles soient fixées par un point. De même que les cordes, elles sont susceptibles de vibrations transversales et longitudinales ; ces dernières sont plus appréciables dans les verges solides que dans les cordes tendues. On distingue de même des nœuds et des ventres de vibrations en couvrant la verge de sable fin. Lorsque le mouvement vibratoire est imprimé, le sable saute et quitte les ventres pour se réunir sur les nœuds. C'est sur le système des verges solides qu'est fondée la construction du *diapason*, dont l'usage est de donner un son sur lequel s'accorde un orchestre.

Les moyens principaux d'exciter dans les verges solides des vibrations longitudinales, sont les suivants : pincer avant tout la verge à l'une de ses extrémités dans un étau, ou bien la tenir avec les doigts; ensuite, quand elle est placée : 1° frotter la verge avec un morceau de drap humide; 2° exercer un choc à l'une de ses extrémités à l'aide d'un petit cylindre métallique ; 3° fixer un petit tube de verre très mince avec un peu de mastic à l'une des extrémités d'une verge, de manière qu'il soit parallèle aux deux côtés de la verge et qu'il la partage également dans sa largeur, et promener sur ce tube un drap mouillé. Quant aux résultats, nous ne citerons que les principaux.

1° Les *lames de même longueur et les plus épaisses rendent les sons les plus aigus*.

2° Les verges de même matière et de figures semblables, d'un même rapport quant à l'épaisseur et à la longueur, donnent des vibrations *dont le nombre est en raison inverse des racines cubiques du poids*.

Enfin, quand on frotte avec un archet les bords des lames élastiques, on obtient des mouvements vibratoires très curieux qui varient pour chaque substance, et dont les limites sont indiquées par des lignes de repos, tantôt simples, tantôt composées, mais toujours symétriques, auxquelles on a donné le nom de *lignes nodales*.

323. Les *plaques solides et les membranes tendues* présentent cela de singulier, que leurs vibrations paraissent se faire presque dans tous les sens; aussi, en recouvrant de sable une plaque quelconque, et en la faisant vibrer au moyen d'un archet, obtient-on des figures nodales infiniment variées. On n'a pas encore découvert les lois qui président à leur formation.

324. L'air, comme nous l'avons déjà vu, est le véhicule le plus ordinaire du son; mais il peut aussi lui seul entrer en vibrations, et produire des sons; pour cela, il faut qu'une colonne d'air soit contenue dans un tube cylindrique et alongé. Les mouvements vibratoires de cette colonne d'air sont soumis aux mêmes lois que ceux des cordes tendues, des verges solides, etc.

Le son le plus grave de l'échelle est produit par un tuyau de trente-deux pieds, ouvert à ses deux extrémités, ou par un tuyau de seize pieds fermé à l'une de ses extrémités.

Un grand nombre d'instruments à vent sont percés de trous latéraux. On obtient le son le plus grave de l'instrument en tenant tous ces trous bouchés, et en soufflant le plus lentement et le plus largement possible. En débouchant les trous, on raccourcit successivement la colonne d'air, et on fait conséquemment hausser le ton.

On distingue deux classes d'instruments à vent. Les uns sont à *bouche* et les autres *à anche*.

L'air est le corps sonore dans les instruments à bouche, tels que le *cor*, la *trompette*, le *flageolet*, la *flûte*, le *tuyau d'orgue*, etc. Leur théorie est tout-à-fait semblable à celle des vibrations longitudinales des cordes.

Dans les instruments à anche, tels que les *clarinettes*, les *tuyaux d'orgues*, le *basson*, le *hautbois*, etc., on distingue deux parties qui diffèrent essentiellement, l'*anche* et le *tuyau* ou *corps*. L'anche se compose d'une languette formée d'une feuille de laiton, fixée par une de ses extrémités sur une pièce cylindrique de bois ou de métal, creusée en gouttière dans la direction longitudinale. On introduit ce système dans une ouverture demi-circulaire, pratiquée au centre d'un bouchon qui ferme le tuyau de l'instrument. Lorsqu'on souffle par l'ouverture, l'air tend à entrer dans la gouttière pour s'échapper; mais comme celle-ci est fort petite, relativement au diamètre du tuyau, il arrive que l'air, s'il est poussé avec force, presse la languette contre la gouttière et la ferme; mais elle reprend bientôt, en vertu de son élasticité propre, sa position primitive, permet l'entrée à l'air, et se trouve pressée de nouveau, puis reprend sa première position, et permet de nouveau l'entrée de l'air, et ainsi de suite. Si l'on adapte l'ouverture sur le canal d'un soufflet d'orgue, les oscillations de la languette deviennent assez rapides pour produire un son, qui, le plus souvent, est rauque et fort désagréable; alors on ajuste un autre tuyau, dont l'objet est d'augmenter la force des sons, et de les rendre plus doux.

Le ton, plus ou moins élevé, que rend un semblable tuyau, dépend spécialement de la longueur de la languette, à partir du point où elle est fixée, et, en outre, de son élasticité, de son poids et de sa

courbure ; car il arrive qu'en changeant l'un de ces éléments, on change aussi le ton.

Lorsque le point d'attache de la languette est fixe, ainsi que sa longueur, l'air a besoin, pour l'amener contre la rigole, d'être poussé avec une plus grande force, et cette force devra être d'autant plus considérable, que la languette sera plus éloignée de la gouttière ; or, comme l'augmentation de cet éloignement rend les battements plus rares, il en résulte que le son produit doit être plus grave. Au contraire, le son est plus aigu lorsque, les choses restant les mêmes, la longueur de la languette seule diminue. On remédie à ces variations de longueur à l'aide d'un gros fil de fer ou de laiton recourbé, que l'on adapte à la languette, et qui la presse, par sa force de ressort, contre la gouttière ; ce fil que l'on appelle *rasette*, a pour objet d'alonger ou de diminuer la longueur de la languette, et par là de rendre le son plus grave ou plus aigu.

Ces anches rendent toujours un son rauque, causé par le frottement de la languette contre la substance de la gouttière. Dans les anches libres, inventées par M. Grenié, on remédie à ce grave inconvénient, en faisant la rigole ou gouttière en bois ou en cuivre, mais à arrêtes vives, et en lui donnant la forme d'un parallélipipède ; la languette est en cuivre jaune, très plane, et coupée en forme de rectangle, pour qu'elle remplisse presque exactement la face creusée de la gouttière, et à l'aide d'une forte rasette, on la fixe à volonté. De cette manière, la languette entre dans la gouttière, et ne frappe plus contre la matière dont celle-ci est formée, mais contre l'air lui-même, en sorte que le son est très doux, très pur, et beaucoup plus harmonieux.

325. Dans les *appeaux* dont se servent les chasseurs

pour imiter la voix des oiseaux (instruments auxquels M. Savart compare le larynx), le phénomène de la production des sons est un peu plus compliqué que dans les instruments à bouche ordinaires. Les vibrations sont encore produites par le courant d'air ; mais ici le courant entraîne dans son mouvement une partie du fluide contenu dans la cavité de l'appareil, et l'air ainsi raréfié n'étant plus capable de soutenir la pression atmosphérique, l'air externe rentre et rentre en excès ; alors, nouvelle raréfaction produite par l'entraînement du courant, et nouvelle rentrée par la pression extérieure, etc. Ainsi, toute la masse d'air de la cavité, alternativement raréfiée et comprimée, accomplit des oscillations qui se communiquent au-dehors. (Pour plus de détails sur ce sujet, voyez le mémoire de M. Savart, dans le *Journal de Physiologie* de M. Magendie, t. 5.)

DE LA CHALEUR.

326. Les physiciens ne sont pas d'accord entre eux sur le principe auquel on doit rapporter la sensation connue sous le nom de *chaleur*. Les uns, et à leur tête H. Davy, regardent ce phénomène comme l'effet d'un mouvement vibratoire ou intestin, en vertu duquel les molécules de la matière sont sollicitées à s'écarter ou à se rapprocher les unes des autres, selon les circonstances. D'autres pensent que c'est une matière réellement existante, qui écarte les mêmes molécules, ou leur permet de se rapprocher, suivant que sa quantité augmente ou diminue dans les corps ; et ils donnent à cet agent le nom de *calorique*. Sans rien décider entre ces deux opinions, nous emploierons le langage qui est conforme à la seconde, en la regardant comme une hypothèse plus propre à aider la con-

ception des phénomènes, et plus commode pour les exprimer.

Nous considérerons donc, avec la plupart des physiciens d'aujourd'hui, le calorique comme un fluide impondérable, impalpable et invisible, répandu dans l'espace, et n'ayant besoin d'aucun fluide particulier pour communiquer et propager son mouvement.

327. Le calorique, disons-nous, doit-être considéré comme une substance *impondérable* ; en effet, quelle que soit la quantité qu'on en accumule dans un corps ou que l'on en soutire, on ne change en rien le poids de celui ci.

328. Il a la propriété de se mouvoir en ligne droite dans les fluides élastiques et peut-être même dans l'intérieur des autres corps, à la manière de la lumière ; phénomène que l'on désigne sous le nom de *rayonnement*. Pour s'assurer que le calorique s'échappe de la surface d'un corps chaud sous la forme de rayons, il suffit de placer la main à quelque distance de ce corps : on éprouve alors une sensation de chaleur qui est produite par les rayons calorifiques qui vont frapper la main. Ces rayons ont la propriété de se *réfléchir à la surface des corps polis, en formant un angle d'incidence égal à l'angle de réflexion*. En effet, si l'on place vis-à-vis l'un de l'autre et à la distance de quatre à cinq mètres, deux miroirs concaves, de manière que leurs concavités soient en regard, et que leurs axes soient sur une même ligne ; qu'au foyer de l'un d'eux on place un corps combustible, de l'amadou par exemple, et qu'au foyer de l'autre on mette un boulet rouge ou des charbons ardents, on verra l'amadou s'enflammer et brûler avec rapidité, bien qu'il soit à une grande distance du corps chaud, et qu'en le rapprochant davantage sans rapprocher les deux miroirs, il ne s'échauffe que peu.

Dans cette expérience, il faut concevoir que le corps chaud placé au foyer du premier miroir, lance continuellement des rayons de chaleur sur ce miroir; que ces rayons, se réfléchissant parallèlement à l'axe en faisant l'angle d'incidence égal à l'angle de réflexion, s'en vont tomber sur le deuxième miroir et s'y réfléchissent de la même manière que sur le premier, en concourant tous en un point qu'on appelle *foyer*. C'est à ce foyer, où se fait la réunion de tous les rayons qui tombent sur le deuxième miroir, que l'on place le corps à enflammer.

329. Dans l'expérience précédente, on peut remplacer le corps chaud par un morceau de glace, et mettre un thermomètre au foyer du deuxième miroir. Après quelques secondes, on voit le thermomètre descendre de plusieurs degrés; d'où quelques physiciens ont pensé qu'il existait des rayons de froid, qu'ils appelaient *rayons frigorifiques*, qui, en se réunissant au foyer du deuxième miroir, refroidissaient le thermomètre. Ceci est une fausse explication; car le thermomètre étant le corps le plus chaud, doit perdre du calorique, jusqu'à ce qu'entre la glace et lui il y ait équilibre de température.

330. En effet, le calorique a une tendance générale à se mettre en équilibre ou à se répandre uniformément entre les différents corps et les différents espaces; propriété qui peut dépendre de la répulsion de ses molécules ou de leur tendance à s'échapper sans cesse des corps qui le contiennent.

331. Pour se rendre compte des différents états que peuvent prendre les corps sous l'influence du calorique, on est forcé d'admettre que la répulsion des molécules du calorique s'exerce précisément suivant la même loi que l'attraction dans les au-

tres corps, c'est-à-dire qu'elle croît comme le carré des rapprochements.

332. *Conductibilité.* La conductibilité est la propriété dont jouissent les corps d'absorber la chaleur et de la répandre dans leurs masses. Tous les corps absorbent la chaleur; mais tous ne la conduisent pas aussi facilement. Ceux qui la reçoivent ou qui la propagent rapidement, sont appelés *bons conducteurs*, et ceux qui l'abandonnent difficilement sont désignés, par opposition, comme *mauvais conducteurs*. Dans le premier ordre se rangent les métaux : l'argent, le platine, le cuivre, le fer, le zinc, l'étain, le plomb, etc. Dans le second se placent le verre, le bois, le charbon et beaucoup d'autres substances.

Une loi remarquable, et la seule encore qu'on ait découverte sur la conductibilité des corps, est celle qui nous apprend que, pour des distances au bain de chaleur croissant en progression arithmétique, les excès de température décroissent sur la barre métallique en progression géométrique.

Tous les corps réduits en parcelles très fines ou en filaments, conservent très bien la chaleur qu'ils ont acquise; c'est ce qu'on observe dans le charbon pilé, la brique pilée, le sable, le verre en poudre, la laine, la plume, l'édredon, etc.

La conductibilité dans les liquides est si faible, que Rumfort leur refusa cette propriété. Mais des expériences affirmatives ont été faites depuis dans une boîte remplie d'eau, qui reçoit, dans sa paroi latérale, un thermomètre. Une couche d'alcool est enflammée à sa surface, et bientôt on voit marcher la colonne thermométrique, à mesure que l'eau environnante s'échauffe. Quoique les liquides soient très mauvais conducteurs du calorique, ils sont cependant susceptibles de s'échauffer; mais ce n'est pas seulement par conductibilité, c'est par déplacement.

Lorsqu'on soumet à l'action du feu un vase rempli de liquide, les molécules du fond se dilatant et devenant plus légères par l'effet de la chaleur, remontent continuellement vers le haut du vase, et font place à celles qui étaient au-dessus d'elles, jusqu'à ce que toute la masse liquide se trouve ainsi échauffée. De tous les liquides, le mercure est le meilleur conducteur du calorique.

Quant à la conductibilité des gaz, elle est encore plus difficile à constater que celle des liquides, et cela à cause de la mobilité de leurs molécules : cependant toutes les expériences nous laissent présumer qu'ils sont, de tous les corps, les plus mauvais conducteurs, mais qu'ils s'échauffent aussi par déplacement.

333. *Calorique rayonnant.* Si tous les corps peuvent s'échauffer, ils doivent nécessairement être capables de renvoyer une partie plus ou moins grande de chaleur; et en effet, il y a rayonnement non-seulement pour les corps rouges et lumineux, mais encore pour tous ceux qui sont obscurs ou à des températures plus basses: l'expérience des miroirs concaves le démontre irrévocablement (328).

Le pouvoir rayonnant des corps varie selon l'état de leur surface, c'est-à-dire que tous ont des pouvoirs différents de rayonnement. Prenez, en effet, un vase cubique de fer-blanc, dont la première face verticale soit noircie; la seconde vernie; la troisième rayée, et la quatrième couverte de papier. Devant chacune placez un thermomètre, puis remplissez le vase d'eau bouillante, et vous observerez que tous les thermomètres marqueront des températures différentes.

Le pouvoir contraire ou faculté d'absorption est toujours en rapport direct avec le pouvoir rayonnant, ou, si l'on veut, il se rencontre toujours dans la même condition que le premier. Ainsi, les corps

à surface noire, raboteuse, striée ou foncée, sont ceux qui s'échauffent le mieux et se refroidissent de même: le pouvoir réfléchissant existe en sens inverse dans ces corps. On l'évalue en couvrant successivement la surface d'un miroir de diverses substances, et en observant, à chaque opération, le thermomètre de Leslie, dont une boule est placée au foyer du miroir. En thèse générale, les corps blancs ou polis absorbent très peu la chaleur et l'émettent lentement.

334. *Lois du refroidissement.* Un corps chaud, isolé dans l'espace, perd d'autant plus de chaleur, que sa température surpasse davantage celui du milieu dans lequel il est placé. La vitesse de son refroidissement, pour un instant donné, est le rapport qui existe entre l'abaissement de la température et la durée de cet instant.

Pour un corps en équilibre de température dans une enceinte sans pouvoir réfléchissant, dont la température est constante, la vitesse du refroidissement est égale à celle de l'échauffement que l'enceinte tend à lui imprimer.

La vitesse absolue de refroidissement d'un corps (qui ne recevrait aucun rayon compensateur de ses pertes), augmente en progression géométrique, lorsque la température de ce corps augmente en progression arithmétique.

Dans les gaz, les corps se refroidissent: 1° par rayonnement; 2° par le contact de ces gaz. Aussi les pertes de chaleur dues à ce contact, croissent-elles avec les excès de température suivant une loi constante, quelle que soit l'élasticité du gaz.

335. *Dilatation des corps.* Tous les corps, à très peu d'exceptions près, augmentent de volume quand on leur ajoute du calorique, ou diminuent quand on leur en retire. Ainsi, pour en donner un exemple, que l'on prenne une barre métallique,

qu'on la mesure avec un grand soin, qu'on la chauffe ensuite en la jetant dans un foyer ardent, et qu'après l'avoir retirée on la mesure de nouveau, on trouvera que sa longueur s'est accrue d'une quantité très notable. Cette barre, en se refroidissant, reviendra à sa longueur primitive, lorsqu'elle aura atteint la température qu'elle avait avant l'expérience.

Cette faculté est, dans tous les corps, presque toujours proportionnelle aux quantités de calorique ajoutées ou soustraites ; mais elle varie considérablement dans les différentes espèces.

Si, au lieu de chauffer les corps, on les refroidit, ils se contractent et diminuent au contraire de volume, et cela suivant la même loi que leur dilatation.

336. La dilatation des corps solides est très faible ; ce qui suppose que la cohésion qui s'exerce entre leurs particules est très grande, et s'oppose à l'action du calorique, qui tend à éloigner ces mêmes particules. MM. Dulong et Petit ont démontré que la dilatation des corps solides est uniforme, entre 0° et 100° ; que passé ce point, elle n'est plus uniforme et qu'elle croît avec la température; en sorte que la dilatation est plus grande pour chaque degré entre 100° et 200° qu'entre 0° et 100° : elle est d'autant plus grande que les corps sont plus près du point de fusion où la dilatation est à son maximum.

337. La dilatation des liquides est bien plus considérable, à température égale, que celle des corps solides : elle est d'autant plus grande, que le liquide approche davantage du point d'ébullition ; mais cet accroissement de dilatabilité n'est pas proportionnel à la température.

Nous ajouterons que le mercure est, de tous les liquides, celui dont la dilatation est la plus uniforme. Les expériences de MM. Petit et Dulong

montrent que sa dilatation absolue est de 1/5550 de son volume à zéro pour chaque degré centigrade, entre la température de la glace fondante et celle de l'eau bouillante.

L'eau offre une particularité remarquable, celle de diminuer de volume jusqu'à une certaine température au-delà de laquelle ce volume augmente, comme celui des autres corps, par l'influence contraire de l'élévation de la température. Ainsi, l'eau à zéro se condense jusqu'à ce qu'elle ait atteint la température 4°, 1, qui est son maximum de densité, et se dilate ensuite à mesure qu'on la chauffe davantage.

338. La dilatation des gaz est uniforme et parfaitement égale pour chaque degré du thermomètre. Cela tient sans doute à ce que, dans ces corps, la cohésion est tout-à-fait nulle, et que rien ne s'oppose à l'action du calorique.

Non-seulement la dilatation des gaz permanents est uniforme pour chaque degré du thermomètre, mais cette même loi s'applique également à toutes les vapeurs, tant qu'elles ne repassent point à l'état liquide, comme il résulte des expériences de M. Gay-Lussac. D'après ce physicien, un gaz permanent, quelle que soit sa nature, et ceci s'applique également à la vapeur d'un liquide quelconque, se dilate, pour un degré du thermomètre centigrade, de 0, 00375 de son volume primitif à zéro, ou de 0,375 de 0° à 100°, la pression restant la même.

339. C'est sur le principe de la dilatation égale de certains corps par des quantités égales de calorique, que sont fondés les divers instruments employés pour mesurer la température des corps, et connus sous le nom de *thermomètres*.

L'invention du thermomètre date de la fin du seizième siècle ; les uns l'attribuent à Nicolas

Drebbel, les autres à Sanctorius ou au père Paul, d'autres enfin à Galilée ou à Descartes. Quoi qu'il en soit, le thermomètre consiste en un tube très long, portant une boule très mince à l'une de ses extrémités, et dans lequel une petite colonne d'alcool coloré, que l'on place vers le milieu du tube, sert d'index. La colonne liquide monte ou descend, selon que l'air qui est renfermé dans la boule se dilate ou se contracte par l'effet même de la chaleur.

Le thermomètre qu'on emploie aujourd'hui se compose d'un tube dont le diamètre intérieur est très fin et très exactement cylindrique, fermé à l'un de ses bouts et terminé à l'autre par un réservoir cylindrique ou par une boule très mince, remplie, ainsi qu'une partie du tube, de mercure bien pur et bouilli. Des divisions ou degrés sont tracés sur la tige même de l'instrument, ou sur une tringle de métal, ou bien encore sur une bande de papier renfermée dans un tube de verre, que l'on soude au thermomètre.

Pour construire un thermomètre à mercure, on commence par se procurer un tube, dont le diamètre intérieur soit très cylindrique et très fin, puis l'on souffle, à la lampe d'émailleur, une boule à l'une de ses extrémités. On laisse refroidir le tube thermométrique, et ensuite on le promène sur des charbons ardents, afin d'expulser l'humidité et une portion de l'air contenues dans la boule et dans le tube. Cela fait, on renverse le tube, en plongeant son extrémité ouverte dans un vase contenant du mercure chaud, que l'on a préalablement fait bouillir. A mesure que la boule se refroidit, le mercure monte dans l'intérieur du tube, arrive dans la boule et la remplit en partie; alors on ôte le tube en le retournant, de manière à ce que la boule se

trouve en bas. On chauffe de nouveau cette boule au point de faire bouillir le mercure; une fois le mercure entré en ébullition, il se vaporise, sa vapeur chasse l'air qui était resté dans le tube, et enfin lorsqu'il n'y a plus ni vapeur aqueuse ni air, ce que l'on reconnaît quand la vapeur mercurielle s'échappe en se condensant à l'extrémité du tube, on ôte subitement l'appareil du feu, et on plonge aussitôt l'extrémité ouverte dans le mercure chaud; quelques instants suffisent pour remplir totalement la boule, mais on laisse ainsi l'instrument jusqu'à ce qu'il soit sensiblement froid. On s'arrange ensuite pour que le mercure dans le tube ne descende pas très bas; il faut que le sommet de la colonne de mercure dans le tube soit à trois ou quatre pouces du réservoir, ce qui dépend toutefois de la sensibilité de l'instrument et du degré de froid qu'on veut lui permettre d'indiquer.

On ferme le tube, en ayant soin de chasser l'air qui se trouve dans son intérieur, au-dessus de la colonne de mercure. A cet effet, on effile l'extrémité du tube à la lampe d'émailleur; on chauffe ensuite la boule, afin que le mercure monte jusqu'au sommet; arrivé à ce point, et à l'instant où il commence à sortir, on ferme le tube en dirigeant le dard d'un chalumeau sur le bout effilé.

Il s'agit maintenant de graduer l'instrument; mais pour qu'il soit comparable à lui-même, il faut compter les divisions à l'aide de points fixes, que l'on puisse se procurer dans tous les temps et dans tous les lieux où il s'agit de faire des observations. Ces points fixes sont la température de la glace fondante et celle de l'eau bouillante.

On plonge le tube thermométrique dans de la glace fondante, en ayant soin que la boule et la colonne de mercure dans le tube en soient en-

tourées. On marque sur le tube, avec un diamant, l'endroit précis où la colonne reste stationnaire; ce point est le premier terme fixe de l'échelle, c'est le *zéro* du thermomètre. On plonge ensuite le tube thermométrique dans de l'eau bouillante, et l'on marque 100 au point où s'arrête le sommet de la colonne; c'est le deuxième terme fixe de l'échelle. Il faut que l'eau dont on se sert soit très pure, et en outre que le vase soit de métal; de plus, il faut que la hauteur de la colonne barométrique, à l'instant où l'on opère, soit de 0^m 76, car l'eau ne bout à 100°, qu'autant que le baromètre marque 0^m,76. Quand la pression est différente de 0^m,76, on connaît la température qui lui correspond, ce qui permet, à l'aide du calcul, de ramener le point d'ébullition à la pression ordinaire.

On divise l'intervalle compris entre les deux termes fixes en 100 parties égales, que l'on prolonge au-dessus du terme de l'eau bouillante et au-dessous du terme de la glace fondante.

Le thermomètre que nous venons de décrire est celui qu'on connaît sous le nom de *thermomètre centigrade;* mais la division de l'échelle thermométrique, et par conséquent la valeur des degrés, n'est pas toujours la même. C'est ainsi que dans celui de *Réaumur* il a le même intervalle, mais divisé en 80 parties, et que celui de *Farenheit* dont on se sert en Angleterre, le 0° correspond au 32° centigrade, et le 212° correspond au 100° du même thermomètre; en sorte que l'espace compris entre les deux points fixes se trouve divisé en 180 parties.

Celui de *Delille* a une échelle composée de 150 subdivisions, et le 0° centigrade répond au 150° degré de cette échelle, tandis que le point de l'ébullition de l'eau est indiqué par le 0°. Il nous reste à comparer entre eux ces divers degrés, et pour cela on pose ces proportions suivantes :

1° cent. : 1° Réau. : : 100 : 80 ou comme 5 : 4 donc 1 degré centigrade égale 4/5 de 1° de Réaumur.

1° cent. : 1° Fht. : : 100 : 180, ou comme 5 : 9=2/5.

1° cent. : 1° Dle : : 100 : 150, ou comme 2 : 3=3/2.

Il suit de là que pour convertir un nombre de degrés du thermomètre de Réaumur en degrés centigrades, il faut multiplier ce nombre par 5/4 ; pour Farenheit il faut avant en retrancher 32° et multiplier le résultat par 5/9. Enfin, pour le thermomètre de Delille, il faut multiplier les degrés centigrades par 3/2 et retrancher du produit 100, les échelles étant inverses.

340. Le *thermomètre à air* se compose d'un tube terminé à son extrémité par une boule remplie d'air sec et supportant une petite colonne de mercure qui sert d'index : c'est le plus exact que l'on connaisse : mais à cause de son extrême sensibilité on lui préfère le thermomètre à mercure.

Le thermomètre à air auquel Delille a donné son nom, et que l'on appelle aussi *thermoscope*, est un tube en forme d'U, terminé à ses extrémités par deux boules de grosseur semblable, et renfermant dans toute sa partie horizontale une colonne d'acide sulfurique colorée en rouge, qui s'élève à des hauteurs égales dans les deux branches verticales. Ces deux niveaux ne changent que lorsque l'une des boules a une température différente de l'autre.

Le *thermomètre différentiel* de Leslie est un instrument du même genre, mais plus sensible encore en raison de sa plus grande dimension. Ici la colonne liquide n'a que quelques lignes de longueur, et se trouve placée toujours au milieu de la branche horizontale tant que les deux boules sont au même degré de chaleur.

341. Quelquefois on emploie aussi des thermomètres solides. L'instrument le plus simple dans ce genre

consiste en une lame de laiton appliquée sur une lame de verre : le métal, en s'alongeant ou en se contractant, fait mouvoir une aiguille dont une extrémité décrit de grands arcs de cercles, et marque les degrés sur une échelle circulaire.

On fait aussi des thermomètres métalliques, en combinant ensemble des métaux différemment dilatables, tels que l'acier et le laiton. Bréguet a construit un thermomètre de ce genre, qui est extrêmement sensible. La pièce principale est un ressort en spirale composé de trois métaux accolés ensemble, platine, or et argent : l'argent, comme le métal le plus dilatable, forme la partie extérieure de la spirale; une petite aiguille, placée à l'extrémité du ressort, indique ses variations sur une échelle circulaire divisée en degrés. Ce thermomètre est extrêmement commode pour les expériences où il faut avoir à l'instant même les plus petites variations de température.

342. On nomme *pyromètres* des instruments destinés à mesurer les hauts degrés de chaleur, c'est-à-dire ceux qui sont supérieurs au point d'ébullition du mercure. Tous les pyromètres ont deux grands inconvénients : d'abord, ils ne reviennent pas exactement au même point pour le même degré de chaleur, et ensuite il n'y a aucun rapport certain entre leurs indications et celles du thermomètre centigrade. Cependant, ils peuvent être utiles dans les arts où l'on ne cherche pas à obtenir des évaluations numériques de température, mais seulement à produire des degrés de chaleur déterminés, ou plus forts ou plus faibles, selon les effets que l'on veut obtenir.

Le pyromètre le plus en usage de nos jours est celui de Wedgwood, dont la pièce principale est un petit cylindre d'argile qui peut glisser entre deux lames métalliques formant angle, et sur lesquelles

est tracée une division. Le zéro se trouve à l'endroit où le cylindre peut se placer à son état naturel; il répond au degré de chaleur où le fer paraît rouge au jour, et équivaut, à ce qu'on croit, à 580°. L'argile a la propriété de se contracter au feu, de sorte que, après y avoir été exposé, le cylindre descend plus avant sur l'échelle, et indique ainsi le degré de chaleur du foyer.

343. La quantité de chaleur qu'exige un corps, pour passer d'un degré à un autre, s'appelle *calorique spécifique*; et l'on dit de ceux qui en exigent plus ou moins, qu'ils ont une *capacité* plus ou moins grande pour la chaleur. Un exemple suffira pour montrer que la méthode des mélanges peut bien faire connaître le calorique spécifique d'un grand nombre de corps. Si on mêle un kilogramme d'eau à 34° et un kilogramme de mercure à 0°, on obtient deux kilogrammes d'un mélange à 33°. Nous voyons, par ce résultat, que la quantité de chaleur qui élèverait le mercure de 33° n'élève l'eau que de 1°. Donc la capacité de cette dernière sera plus grande.

Quand l'eau a une action chimique sur les corps que l'on étudie, il faut prendre d'autres liquides dont la capacité pour la chaleur soit connue; mais le premier soin consiste sur-tout à faire en sorte que les vases et même l'air environnant, soient à la même température que le mélange.

Une autre méthode, celle du refroidissement, est mise en usage; mais elle n'a de précision suffisante qu'entre les mains de MM. Dulong et Petit. Elle repose sur ce principe que, deux surfaces égales, également rayonnantes, perdent, dans le même temps, une égale quantité de chaleur.

On se sert encore de deux appareils: l'un, nommé *calorimètre* de Laplace et Lavoisier, est un instrument qui se compose de trois cavités: la première est un grillage de fer destiné à placer le

corps ; la seconde est destinée à renfermer de la glace pilée, à zéro, qui se trouve dès lors en contact avec le corps : l'eau qui se forme au fur et à mesure que la glace se fond, est portée au dehors par un conduit pratiqué exprès ; enfin la troisième cavité est destinée aussi à contenir de la glace pilée qui empêche la chaleur extérieure de pénétrer jusqu'à la glace de la cavité précédente ; la paroi étant exactement continue, l'eau qui provient de l'action de la température de l'air, ne peut se mêler avec celle qui provient du calorifique abandonné par le corps : elle s'écoule par un second conduit différent du premier.

Pour déterminer, au moyen de cet appareil, le calorique spécifique des corps, on les chauffe tous successivement à la même température ; alors on les place dans le grillage, et on recueille les quantités d'eau qu'ils fournissent en retombant à la température zéro. S'ils ont tous le même poids, leurs capacités sont comme les quantités d'eau qui s'écoulent, sinon il faut tenir compte du rapport des poids.

Le calorimètre sert aussi à mesurer la chaleur spécifique des liquides et des gaz. Pour cela, il suffit d'enfermer ces corps dans des flacons dont on connaisse déjà, par des expériences préalables, le calorique spécifique. On soustrait alors de la quantité de glace fondue, celle qui doit l'avoir été par le vase.

344. Le *calorimètre de Rumford* est sur-tout destiné à recueillir les quantités de chaleur abandonnées par les substances gazeuses, et est susceptible de présenter des résultats plus sensiblement exacts que ceux qu'on obtient au moyen du calorimètre de Lavoisier et Laplace. Il se compose d'une caisse de fer-blanc ou de cuivre mince, que l'on remplit d'un

poids déterminé d'eau distillée; un thermomètre en indique à chaque instant la température. Un serpentin de métal très mince s'ouvre au-dessous de la caisse en forme d'entonnoir, et pénètre dans son intérieur, où il fait diverses circonvolutions. Les produits gazeux entrent par l'entonnoir, parcourent le serpentin, où ils se dépouillent de leur excès de chaleur, et sortent enfin à la température de l'eau de la caisse. C'est au moyen du calorimètre de Rumford qu'on a déterminé les quantités de chaleur développées pendant la combustion et la respiration, et c'est avec un appareil semblable que MM. Delaroche et Bérard ont déterminé les chaleurs spécifiques des gaz. *Ces chaleurs spécifiques sont toujours en raison inverse des volumes de gaz employés.*

345. *Changement d'état.* Nous ne connaissons encore que trois états de la matière: celui de solidité, de fluidité et de vapeur. Les ressources de la science ne nous ont pas permis de les constater dans chacun des corps de la nature; mais le développement toujours progressif de l'intelligence humaine nous promet ces grandes découvertes: telles sont déjà celles de la liquéfaction du chlore, de l'acide sulfureux, etc., obtenus jusqu'alors qu'à l'état de gaz. Quoi qu'il en soit, c'est au calorique que l'on attribue les changements d'état des corps; leur fusion ou leur ébullition est une conséquence de leur union avec une quantité déterminée de cet agent; et l'état de fluidité, de solidité ou de vapeur dépend, en un mot, de la température à laquelle un corps se trouve.

Chaque corps solide, pour atteindre l'état de fusion ou de vaporisation, absorbe une proportion différente de calorique, toujours égale à celle qu'il dégage lorsqu'il se condense ou se solidifie. Cette

proportion de calorique absorbé, souvent très grande, et que le thermomètre ne peut constater, se nomme *calorique latent*. Exemple : un kilogramme de glace à 0° et un kilogramme d'eau à 75° donnent, après la fusion complète de la glace, deux kilogrammes d'eau à 0°. Donc la glace, pour se fondre, absorbe tout le calorique que pourrait perdre un kilogramme d'eau en descendant de 75° à 0°. L'eau, par sa congélation, reproduit et dégage de nouveau toute la chaleur qu'elle avait absorbée pendant sa fusion ; ce qui veut dire qu'un kilogramme d'eau et un de glace, quoique à 0° tous les deux, n'ont pas la même quantité de calorique.

346. Il y a des différences très grandes dans l'effet qu'on obtient en exposant tous les corps solides à l'action de la chaleur; les uns sont très fusibles, comme le phosphore, le soufre, la glace, la cire, la résine ; les autres le sont à une température plus élevée, comme l'étain, le plomb, etc.; les autres sont presque infusibles ou fixes, et ne se liquéfient qu'à une température excessive et long-temps prolongée, comme l'or, le fer, l'acier ; enfin d'autres encore, qui ne fondent pas dans nos fourneaux, sont liquéfiés par l'action du chalumeau alimenté par un mélange de gaz oxygène et hydrogène. Nous devons donc croire que nous arriverons un jour à liquéfier tous les corps ; car le nombre des réfractaires va sans cesse en diminuant.

Les substances organiques se refusent, pour la plupart, à la liquéfaction, sans doute parce que leurs éléments sont gazeux ; mais il se peut que sous une haute pression, on obtienne la fusion, comme l'expérience ingénieuse de Hall l'a prouvé pour la liquéfaction du marbre.

Le tableau suivant indique le point de fusion de quelques substances.

Mercure.	—	39°
Glace.		0
Huile d'olive.	+	10
Graisse de porc.		27
Suif..		33
Phosphore.		43
Soufre.		109
Étain.		210
Bismuth.		256

L'affinité chimique est une cause qui peut faire varier le point de fusion des corps ; ainsi du sel pilé et de la glace à —10°, qui séparément ne sauraient éprouver d'altération, opèrent leur fusion en produisant un froid de —18°, ce qui est une preuve de l'absorption du calorique latent ; tel est le principe des mélanges réfrigorifiques (360).

347. En élevant jusqu'à un certain point la température des liquides, on les fait aussi changer d'état, et on les transforme en une matière invisible et expansive appelée *vapeur*. Les corps sont d'autant plus *volatils* qu'ils se vaporisent ou qu'ils se volatilisent (c'est-à-dire se réduisent en vapeurs) plus promptement et à des températures moins élevées.

Pendant long-temps on croyait que les vapeurs ne pouvaient ni se former ni subsister par elles-mêmes, mais qu'elles prenaient naissance à la surface des liquides par l'action dissolvante de l'air, et que cette même cause était encore nécessaire pour les maintenir suspendues dans l'atmosphère. Pour montrer la fausseté de cette assertion, et en même temps pour étudier les propriétés les plus remarquables des vapeurs, le moyen le plus simple consiste à leur offrir un espace vide d'air et de gaz, dans lequel elles puissent se développer librement par elles-mêmes, le vide barométrique, par exemple.

On se sert pour cela d'un long tube de verre

bouché par l'une de ses extrémités, et dans la longueur duquel on fait bouillir du mercure. Quand tout l'air en est chassé, on achève de le remplir avec une colonne d'éther de trois centimètres de hauteur. On retourne verticalement le tube, et on le plonge dans une cuvette profonde; l'éther aussitôt gagne la partie supérieure pour s'y volatiliser de manière à produire une forte dépression.

Le liquide agit ici comme le ferait une petite quantité d'air qu'on aurait fait passer au-dessus de la colonne de mercure; il faut donc que sa vapeur ait une propriété pareille à celle que nous avons appelée la *force expansive*, la *force élastique*, ou la *tension des gaz* (290).

La mesure de cette force est évidemment donnée par la dépression du mercure dans le tube barométrique, c'est-à-dire par son abaissement au-dessous du niveau auquel la pression de l'air le ferait monter dans un baromètre ordinaire.

Or, toutes choses égales d'ailleurs, les divers liquides déterminent des dépressions très différentes et la tension de la vapeur varie par conséquent beaucoup. Ainsi, dans les circonstances où la force élastique de la vapeur d'eau ne ferait descendre la colonne de mercure du baromètre, que de quelques millimètres, la tension de l'éther sulfurique déterminerait un abaissement de plus de trois décimètres.

La force expansive des vapeurs s'exerce indéfiniment comme celle des gaz, et une quantité de vapeur, quelque petite qu'elle soit, se répand de toutes parts dans un espace vide, quelque grand qu'il puisse être; elle ne s'arrête qu'aux parois qui limitent cet espace en y exerçant une pression plus ou moins forte.

*

Mais si, en vertu de cette force expansive, les vapeurs peuvent prendre, par la pensée, des volumes presque indéfiniment variés, elles ne résistent pas indéfiniment aux pressions qu'on exerce sur elles; car il arrive toujours un point, pour chaque espèce de vapeurs, où elles se condensent et repassent à l'état liquide, plutôt que de prendre une force élastique plus grande. C'est cette limite de résistance que l'on appèle *maximum de tension de la vapeur.*

Cette vérité fondamentale peut être démontrée facilement au moyen de l'appareil dont nous venons de nous servir pour montrer et mesurer la force élastique des vapeurs.

Supposons que l'on ait introduit une certaine quantité d'éther dans la partie supérieure d'un baromètre à cuvette profonde, et que par l'effet de la tension de la vapeur de ce liquide, la colonne, au lieu de $0^m,76$, n'ait plus que $0^m,40$; si l'on enfonce alors le tube dans la cuvette afin de diminuer sa longueur au-dessus du niveau du bain, ou si on le soulève pour l'augmenter, on observe que la colonne de mercure conserve toujours la même hauteur, mais que le volume de la vapeur augmente dans le premier cas et diminue dans le second. En effet, dans le cas d'enfoncement du tube, il y a de l'éther condensé, dans le second de la vapeur produite, et cependant la hauteur de $0^m,40$ n'a point changé. Cela ne prouve-t-il pas suffisamment que dans les deux circonstances, la vapeur se forme pour remplir chaque nouvel espace qui lui est présenté, de manière à toujours arriver au maximum de sa tension. Or, que cette même expérience soit faite à des températures différentes, et l'on reconnaîtra que la colonne barométrique croît et décroît avec la température.

De l'eau à 0°, par exemple, ne déprimera la colonne barométrique que d'environ cinq millimètres,

tandis qu'à 100° sa tension sera égale à 0m,76, et fera par conséquent équilibre à la pression atmosphérique ; enfin à 129°, elle est égale à deux fois cette pression, et à 135°, elle fait équilibre à trois fois le poids de l'atmosphère, ou à une colonne de mercure de 2 mètres 180 millimètres.

348. *Mélange des vapeurs*. Les liquides qui ne se combinent pas chimiquement, finissent toujours par se séparer en se superposant suivant l'ordre de leur densité. Mais il n'en est point ainsi des gaz mélangés, comme l'a démontré M. Berthollet par l'expérience suivante. Il fit descendre dans les caves de l'observatoire deux ballons séparés par un robinet et à la même pression, l'un plein d'hydrogène, l'autre d'acide carbonique. En les faisant descendre, l'hydrogène était en haut; on attendit, avant d'ouvrir le robinet de communication, que les gaz fussent à la même température. Mais lorsque la communication entre les deux ballons fut établie, le mélange se fit assez promptement; de telle sorte que la moitié de l'hydrogène, malgré sa légèreté, descendit dans le ballon inférieur, et que la moitié de l'acide carbonique, malgré sa densité, s'éleva dans le ballon supérieur. Ainsi, chacun des gaz pénétra l'autre et s'étendit, par sa force expansive, pour occuper tout l'espace qui lui était offert ; en doublant de volume, chacun prit une élasticité de moitié, mais l'élasticité totale resta la même, c'est-à-dire égale à la somme des élasticités partielles.

Ce qui arrive pour deux gaz mélangés, arrive pour un plus grand nombre, et le principe général du mélange des fluides élastiques est le suivant : *Lorsqu'on accumule dans le même espace divers fluides élastiques qui sont sans action chimique les uns sur les autres, chacun se répand dans toute l'é-*

tendue de cet espace, et l'élasticité du mélange est égale à la somme des élasticités que prendrait chacun des fluides, s'il était seul.

Les vapeurs mélangées avec un autre fluide élastique obéissent aussi, pour leur condensation, à l'excès de pression et à l'abaissement de température.

349. La connaissance de ce principe nous fera comprendre comment les vapeurs peuvent se former dans l'atmosphère.

Dans un espace plein d'air ou d'un gaz quelconque, la quantité de vapeur qui se forme, a la même force élastique et est parfaitement égale à celle qui se formerait, la température étant la même, si le même espace était vide; seulement la vaporisation est plus lente, et d'autant plus que le gaz avec lequel la vapeur se combine est plus dense. La force élastique de la vapeur ainsi formée s'ajoute à celle de l'air; ce qui porte à conclure que le gaz n'exerce aucune pression sur la vapeur, et que la formation de celle-ci est entièrement due au calorique.

350. *Évaporation des liquides.* Quand on expose un liquide à l'air libre, on sait qu'il se dissipe peu à peu, et qu'après un laps de temps plus ou moins long, il a entièrement disparu; cet effet se nomme *évaporation.*

Nous avons vu précédemment que, si on introduit un liquide dans un espace vide ou rempli d'air sec, une partie de ce liquide passe à l'état de vapeur, que la quantité ne dépend que de la température, et qu'il n'y a de différence entre l'air et le vide que par l'inégale rapidité de la vaporisation, qui se fait subitement dans le vide et très lentement dans l'air. D'après cela, on voit que si on expose à l'air libre un liquide, de l'eau par exemple, cette eau se vaporisera si la quantité de vapeur aqueuse contenue dans l'air n'est pas celle qui convient à cette tem-

pérature ; l'évaporation sera d'autant plus rapide, que l'air sera moins chargé d'humidité, que la température du liquide sera plus élevée, que ce liquide offrira plus de surface, et enfin que les couches d'air en contact avec la surface liquide seront renouvelées successivement, à mesure qu'elles se chargeront de vapeurs. M. Dalton a trouvé que l'évaporation de l'eau dans une atmosphère calme et sèche était proportionnelle à la force élastique de la vapeur qui se forme.

351. *Ébullition*. L'ébullition d'un liquide a lieu quand la vapeur se forme au sein de sa masse ; ce qui distingue ce phénomène de l'évaporation, où les vapeurs se forment à la surface liquide. Si les bulles de vapeurs qui prennent naissance sur les parois échauffées d'un vase peuvent traverser un liquide, c'est que leur tension est égale à celle de l'atmosphère ; augmentons la pression pour le même liquide, et nous verrons qu'il n'entrera en ébullition que lorsque la température sera assez élevée pour donner à la vapeur une force élastique capable de vaincre la nouvelle pression. La condition capitale pour l'ébullition sera donc la température, et les conséquences sont que : 1° la vapeur doit trouver à absorber, sur les parois du vase, le calorique latent nécessaire à sa formation ; 2° que les bulles se succèdent avec d'autant plus de vitesse, qu'il sera fourni plus de chaleur dans un temps donné aux parois extérieures du vase.

Cinq causes font varier l'ébullition : 1° *la pression ;* 2° *la cohésion du liquide ;* 3° *la nature du vase qui le contient;* 4° *la profondeur de la masse ;* 5° *la nature des substances qu'il tient en dissolution.* En effet, l'eau bout bien au-dessous de 100° dans le vide, et bien au-dessus dans la marmite de Papin, en vertu du premier principe ; les liquides

très denses entrent en ébullition à une température plus élevée, en vertu du second principe ; car les petites bulles de vapeur ont à vaincre la pression du liquide, qui vient s'ajouter à celle de l'atmosphère. L'ébullition de l'eau, plus tardive dans le verre que dans le cuivre, est un exemple du troisième principe.

La hauteur d'un liquide dans un vase augmentant la pression à sa surface, l'ébullition se trouve encore retardée.

Les eaux chargées de nitre, de sel, de sel ammoniac, etc., ont leur point d'ébullition à 109°, 114°,4, 115°, 6, parce que leurs densités se trouvent augmentées. C'est là le cinquième et dernier principe.

Trois causes font aussi varier la rapidité de l'ébullition : 1° *l'activité du foyer ;* 2° *l'épaisseur de la chaudière ;* 3° *l'étendue de la surface liquide qui reçoit l'action du feu.*

352. D'après ce qui précède, nous voyons que trois causes différentes peuvent déterminer la condensation des vapeurs ou les ramener à leur état primitif : 1° la compression (exemple, la liquéfaction du cyanogène, de l'hydrogène sulfuré, de l'acide carbonique par MM. Faraday et Davy) ; 2° le refroidissement (exemple, le passage d'une vapeur à travers un liquide froid. Toutes les distillations sont dans ce cas) ; 3° l'affinité d'une substance pour la vapeur condensée (exemple, l'affinité des sels déliquescents pour la vapeur d'eau.)

353. *Sources de la chaleur.* Les sources de la chaleur sont au nombre de cinq : le *soleil*, les *combinaisons chimiques*, la *percussion*, le *frottement* et l'*électricité*.

354. Nous pouvons considérer le soleil comme une source de chaleur qui ne tarit jamais, mais qui varie suivant les lieux et suivant les saisons,

c'est-à-dire suivant les positions relatives de la terre à l'égard de cet astre. Aussi les pôles, qui reçoivent à peine quelques rayons solaires, sont-ils constamment glacés, tandis que les régions équatoriales sont toujours brûlantes, parce qu'elles reçoivent presque perpendiculairement les rayons du soleil.

355. Dans toutes les combinaisons chimiques, il y a dégagement de chaleur, et quelquefois dégagement de lumière. Ainsi, en mêlant ensemble quatre parties d'acide sulfurique avec une partie d'eau, la température du mélange arrive à cent degrés, et quelquefois au-dessus. En combinant la potasse, la soude avec l'acide sulfurique, on obtient un dégagement de chaleur très considérable. Le bismuth, l'arsenic, l'antimoine, très divisés, s'enflamment dès qu'on les fait tomber dans le chlore gazeux.

Si l'on verse de l'acide sulfurique sur un mélange de benjoin et de chlorate de potasse, la température augmente et le mélange finit par s'enflammer.

Enfin, la combustion, phénomène si étonnant, se fait tantôt avec dégagement de chaleur et de lumière, et tantôt elle se fait sans dégagement de lumière, et même sans dégagement de chaleur appréciable : c'est ainsi que le fer, le phosphore, etc., exposés à la température ordinaire dans l'atmosphère, se combinent avec l'oxygène de l'air, sans dégagement de chaleur sensible au thermomètre. Mais si on prend le fer en fils assez fins, qu'on élève sa température jusqu'à un certain point, et qu'on le plonge dans l'oxygène, on le voit brûler avec dégagement de chaleur, et d'une lumière telle, que l'œil en est ébloui.

356. Le chlore, l'oxygène et l'air atmosphérique dégagent, par une compression subite, une chaleur considérable qui peut enflammer l'amadou. Si la compression se fait dans un vase transparent, on

peut apercevoir une vive lumière, même dans le jour. En comprimant les corps, on diminue les intervalles que laissent entre eux les atomes, et alors on suppose que le calorique de ces corps, acquérant plus d'élasticité que celui des corps environnants, s'échappe en occasionant une élévation de température plus ou moins considérable.

357. Tout le monde sait que quand on frotte deux corps l'un contre l'autre, il y a production de chaleur. Ainsi, en frottant deux morceaux de bois sec, on parvient, après quelques instants, à les enflammer. C'est de cette manière que quelques peuplades sauvages se procurent du feu. Dans le briquet ordinaire, ce sont les parcelles de fer détachées par le choc subit de l'acier contre une pierre dure, qui s'enflamment, et qui, tombant sur des corps combustibles, comme l'amadou, en déterminent la combustion.

358. En parlant des effets mécaniques de l'électricité, nous verrons que la réunion des deux fluides peut rougir les métaux, les fondre, et enflammer les liquides combustibles.

359. Enfin, nous savons que quand un corps solide passe à l'état liquide, il absorbe une quantité très considérable de calorique : cette absorption du calorique est rendue manifeste dans le mélange de quelques corps.

360. *Mélanges frigorifiques*. Lorsqu'on mêle une partie de sel marin avec une partie de neige ou de glace bien pilée, le mélange devient liquide, et sa température s'abaisse au dessous de zéro. Un thermomètre placé dans le mélange marque — 18°. Cet effet est dû à l'affinité réciproque du sel et de l'eau, et à la propriété qu'ont les corps d'absorber du calorique pour passer de l'état solide à l'état liquide.

Quand on veut congeler le mercure, on se sert d'un mélange dont la température s'abaisse bien au-dessous du point de la congélation de ce métal. On prend trois parties de chlorure de calcium cristallisé, que l'on mêle avec deux parties de neige : l'abaissement de température qui en résulte est très considérable : il est quelquefois de 55°; mais il faut refroidir préalablement le chlorure de calcium et la neige, en les enveloppant séparément d'un mélange de sel marin et de neige à — 18 degrés. On conçoit très bien que le thermomètre à mercure n'est plus propre à évaluer une semblable température; mais alors on se sert du thermomètre à alcool, qui ne se congèle qu'à des températures encore beaucoup plus basses.

On peut encore produire du froid avec les liquides, et cela est évident, puisqu'en se vaporisant ils absorbent beaucoup de calorique. Que l'on agite, en effet, dans l'air, un thermomètre dont la boule est recouverte de coton imbibé d'éther, et on le verra aussitôt descendre à — 15°. C'est encore par l'évaporation de l'eau qui suinte à la surface des alcarazas, que l'on se procure de l'eau très froide dans les saisons les plus chaudes.

MAGNETISME.

361. Il est quelques substances minérales dans la nature qui ont la propriété d'attirer le fer et que l'on appelait autrefois *pierres d'aimant*, à cause de leur formes irrégulières ou de leur structure pierreuse; mais leur véritable nom est celui d'*aimants naturels*. Tous n'ont pas la même puissance d'attraction ; ce qui dépend probablement d'une disposition toute particulière de leurs molécules.

Lorsque l'on veut étudier la force attractive

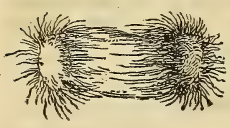
d'un aimant, il faut le plonger par une extrémité dans de la limaille de fer. Plus la houpe ferrugineuse qui se forme à cette extrémité sera longue et touffue, plus l'aimant aura d'énergie.

L'épreuve se fait également sur des fragments de fer qui d'ailleurs seront retenus avec d'autant plus de force, qu'ils auront moins de pesanteur et que l'aimant sera plus puissant.

Les caractères les plus généraux de l'aimant sont : 1° *que sa force s'exerce à distance ;* 2° *à travers l'air, le vide et tous les corps, excepté le fer ;* 3° *qu'elle diminue à mesure que la distance augmente.*

C'est cette force considérée comme un fluide, que l'on nomme fluide magnétique *ou* magnétisme.

Tout aimant a une ligne moyenne et deux pôles ; car si l'on approche successivement tous les points d'un aimant naturel ou artificiel d'une barre de fer suspendue par un fil, on s'aperçoit bientôt que les extrémités sur-tout lui impriment une plus grande déviation, tandis qu'au milieu l'effet est presque nul. Cette proposition est encore démontrée par l'arrangement que prend la limaille aux deux extrémités d'un aimant quelconque ; l'on appelle pôles ces parties, où la force de l'aimant se montre avec le plus d'intensité (*voy.* la figure).



362. Les propriétés de l'aimant ne sont pas les mêmes à ses deux pôles, auxquels on donne, pour des raisons que nous exposerons plus loin, les noms de pôle *boréal* et de pôle *austral.*

Les pôles de même nom se repoussent dans tous les aimants. C'est en vertu de ce principe et de la neutralisation qui tend à s'établir entre des forces

identiques pour le fer, mais contraires pour les aimants, que l'on peut, par la superposition d'un pôle d'un aimant, à l'extrémité d'un autre pôle contraire, faire tomber le corps qui s'y trouve attaché. Ainsi, A B sont les pôles contraires de deux aimants d'égale force : si j'approche l'extrémité B du second vers l'extrémité A qui suspend la masse F, elle tombera; mais si je place, au contraire, le pôle A du premier vers A du second, la masse y sera retenue par une force double.

D'après cela il semble que si l'on cassait un aimant par le milieu, on devrait séparer les pôles : cependant l'expérience prouve le contraire; car il reste encore à chaque morceau deux pôles, comme dans l'aimant tout entier.

L'analyse chimique a fait voir que les aimants naturels n'étaient que des oxides de fer ou des mélanges de ces oxides. D'un autre côté, si l'on fait chauffer un aimant jusqu'au rouge, quoique ses éléments matériels, saisissables à l'investigation chimique, ne changent pas, sa vertu magnétique disparaît. On peut donc *attribuer l'action magnétique à un fluide particulier*; et puisque nous avons reconnu deux pôles, nous admettrons deux fluides différents.

Le fer devient aimant lui-même sous l'influence d'un aimant; mais cet effet a lieu sans que le fluide magnétique passe dans sa masse. En effet, si l'on aimante un morceau de fer par un contact très long-temps prolongé avec un aimant, celui-ci ne perdra rien de sa force; détachez ce morceau de fer qui s'aimantait ainsi par adhérence, et il ne conservera aucune trace du magnétisme qu'il avait acquis. D'où il faut conclure que le fer et tous les corps possèdent, à l'état naturel, ces deux fluides particuliers, et qu'ils ne les développent qu'en présence

d'un aimant qui attire l'un et repousse l'autre.

363. Un des caractères saillants de l'acier, c'est d'exiger des frictions longuement répétées avant d'acquérir des propriétés magnétiques, et le second, c'est de les conserver pour toujours. On ne peut expliquer ce fait qu'en admettant une force coërcitive qui s'oppose d'abord à la séparation des deux fluides, et en second lieu, à leur réunion. Cette force varie nécessairement pour chaque acier, et s'y rencontre en raison directe de la dureté de sa trempe.

D'autres substances sont encore essentiellement magnétiques, telles sont le nikel, le cobalt, le chrôme, le manganèse, etc.

Pour reconnaître si un corps est simplement magnétique ou s'il est aimanté, il faut en approcher toutes les parties d'une aiguille aimantée : le corps sera sans magnétisme, apparent du moins, si l'action est nulle; il sera simplement magnétisé, si l'action est toujours attractive; enfin il sera aimanté, si l'on obtient attraction et répulsion par rapport à l'aiguille.

364. Une aiguille aimantée posée sur un pivot ou suspendue par un fil de soie, prend une direction déterminée vers un point de l'horizon, et tend toujours à y revenir, quelque soin que l'on prenne de l'en écarter. Ceci ne s'explique qu'en admettant une force directrice, dans chaque pôle de la terre. Car si cette direction était due à l'influence des masses de fer cachées dans son sein ou répandues à sa surface, le point d'attrait varierait, au moins pour quelques régions du globe, et de plus il n'y aurait pas répulsion.

Partant donc de ces considérations, nous concevrons la terre comme un vaste aimant qui a sa ligne moyenne à l'équateur et ses deux pôles boréal et austral dans les régions opposées nord et sud.

Et puisque les fluides de noms contraires s'attirent

le pôle de l'aiguille qui regarde le nord sera donc son pôle boréal, *et vice versâ*.

365. C'est sur la connaissance de ce fait qu'est fondée l'usage de la *boussole*, instrument formé par une aiguille aimantée, mobile sur un pivot ou suspendu à un fil, et servant à indiquer la position des pôles terrestres. La boussole a été en usage chez les Chinois long-temps avant d'être connue en Europe; plus de mille ans avant Jésus-Christ, ils employaient cet instrument pour les diriger dans leurs voyages. On commença à s'en servir en Europe vers le milieu du treizième siècle, mais son usage ne fut un peu répandu que vers l'an mille trois cents.

On croyait dans les premiers temps que l'aiguille aimantée se tournait directement au nord dans tous les lieux de la terre, mais il n'en est pas ainsi, et l'angle qu'elle forme avec le méridien est ce qu'on appelle *déclinaison de l'aiguille aimantée*.

Le grand cercle de la sphère qui passe par la direction de l'aiguille, dans un lieu quelconque, se nomment *méridien magnétique*.

L'équateur magnétique est le grand cercle de la sphère dont le plan serait perpendiculaire à celui du méridien magnétique; en sorte que la série de points qui forme autour de la terre une courbe sur laquelle l'aiguille garde par-tout l'horizontalité, s'appelle équateur magnétique.

L'inclinaison est l'angle que fait avec l'horizon une aiguille qui peut se mouvoir librement autour de son centre de gravité dans le plan vertical du méridien magnétique. De même que la déclinaison varie pour chaque lieu, de même l'inclinaison change pour chaque latitude.

Nous disons que l'aiguille a des déclinaisons et des inclinaisons différentes pour chaque contrée; mais il existe encore une autre grande variation dans le même

lieu pour chaque jour et chaque heure; ainsi des mouvements périodiques s'observent d'ordinaire à l'occident, depuis le matin jusqu'à une heure après-midi, et dans le sens inverse, à partir d'une heure jusqu'à onze heures du soir, époque vers laquelle l'aiguille devient immobile jusqu'au jour suivant, pour recommencer une oscillation pareille.

Ces mouvements sont souvent brusques et accidentels; dans ce cas on les nomme des *perturbations*.

La foudre, les aurores boréales, et l'apparition d'autres météores, sont les causes qui déterminent ce dernier phénomène.

366. On connaît plusieurs procédés d'aimantation: celui de la touche simple, de la touche séparée et de la double touche; les deux premiers ne sont employés que pour aimanter de petites pièces; le dernier se pratique lorsqu'il s'agit de développer une grande quantité de magnétisme dans des barreaux très épais.

Pour aimanter par la touche simple, il suffit de promener, dans toute la longueur d'une lame ou d'une aiguille, le pôle d'un aimant assez puissant, ayant soin de frictionner toujours dans le même sens.

Le second procédé, qui est celui de Duhamel, consiste à faire empiéter chaque extrémité d'une aiguille sur le pôle opposé de deux aimants placés en regard l'un de l'autre; puis à faire glisser simultanément, sous un angle de 25° à 30°, à partir du milieu, les barreaux dont chaque main est armée et dont le pôle qui marche, doit être de même nom que celui vers lequel chacun d'eux est dirigé par la friction. On peut aussi faire que les pôles des barreaux mobiles soient de noms contraires; mais l'action est bien moins énergique.

Enfin, le procédé de la double touche ou d'Épinus

ressemble en tout au précédent pour la disposition; seulement l'inclinaison varie de 15° à 20°, et les deux barreaux sont portés ensemble du milieu, vers une extrémité, ramenés à l'autre, puis rapportés vers le milieu; alors on enlève les barreaux glissants, et l'on recommence, si l'on veut, le mouvement de va et vient. Il faut cependant ne pas oublier, 1° de finir toujours au milieu; 2° d'y arriver par la droite si on a commencé par la gauche, *et vice versâ*.

Quoique l'on puisse graduellement augmenter la force magnétique d'un corps par l'emploi successif de barreaux toujours croissants en puissance, cependant la quantité de magnétisme qu'il conserve est constante. C'est là ce qu'on appelle alors le point de saturation; c'est-à-dire qu'un aimant pourra tour à tour faire cent oscillations en 30′, 20′, etc.; mais qu'à la longue, il perdra de plus en plus cette croissance magnétique pour revenir à 40′ par exemple, si tel doit être son point de saturation.

Pour reconnaître ce point, il faut, par une des trois méthodes indiquées, réaimanter le corps en expérience. S'il ne prend qu'une faible augmentation magnétique, on pourra être certain que le corps avait été saturé. N'en concluons pas cependant qu'on peut indéfiniment augmenter l'intensité magnétique d'un corps; ces applications ont aussi leur limite, et d'ailleurs les résultats sont extrêmement modifiés par la force coërcitive de la trempe.

367. Un barreau peut avoir plusieurs points où se manifeste l'existence de deux pôles. On les nomme *points conséquents*.

368. *Les armatures sont des pièces de fer doux appliquées à l'extrémité des pôles d'un aimant,*

non-seulement pour le préserver de la perte qu'il pourrait éprouver, mais aussi pour accroître encore son énergie.

Nous citerons, avant de terminer le magnétisme, un phénomène assez remarquable, c'est celui de la surcharge. Si vous chargez, en effet, graduellement un aimant quel qu'il soit, vous arriverez facilement au summum de son magnétisme; mais si tout-à-coup l'excès de poids devient trop fort, la charge tombe, et ce n'est plus qu'avec le temps, et un recommencement de toutes les charges, qu'il est possible de lui faire reprendre son premier fardeau.

ÉLECTRICITÉ.

369. Les phénomènes qui se produisent sous l'influence d'un aimant par rapport à quelques métaux, ne sont pas les seuls de ce genre que l'on connaisse.

Tous les corps de l'échelle inorganique, étudiés quant à l'action d'une même force, et comparés entre eux, *présentent des effets analogues d'attraction et de répulsion.* C'est cette propriété observée par Thalès de Milet dans l'ambre, rapportée par Théophraste, étudiée par Gilbert, de Colchester, Boyle, etc., etc., que l'on nomme *électricité.*

Il y a des substances qui, prises dans leur état naturel, n'ont aucune action sur les corps légers qu'on leur présente; mais aussitôt qu'on les frotte avec de la soie ou de la laine, elles attirent, même à plus d'un pied de distance, les petits fragments de clinquant, de sciure de bois, de papier, de plume, de moelle de sureau, etc. Tels sont les résines, l'ambre, la cire, le verre, le soufre et un grand nombre de pierres précieuses.

Considérés par rapport au frottement, on pourrait donc déjà classer en deux séries bien distinctes tous les corps, savoir ceux qui acquièrent de l'électricité par le frottement, et que l'on nomme *idio-électriques*, et ceux qui n'en développent pas, nommés par cette raison *anélectriques*.

Nous avons vu qu'un corps électrisé attirait les corps légers qu'on lui présentait; mais après les avoir ainsi attirés, il les repousse. Pour étudier ce phénomène, on se sert d'un petit instrument appelé un *pendule électrique isolé*. Il se compose d'une petite balle de sureau attachée à l'extrémité d'un fil de soie, fixé lui-même à une tige de verre qui lui sert de support. Que l'on prenne un bâton de cire à cacheter, par exemple, qu'on le frotte, et qu'ensuite on le présente au pendule; celui-ci se précipitera sur le corps frotté et sera ensuite repoussé par lui, comme nous savons; mais tandis qu'il est dans cet état, si on lui présente un tube de verre électrisé, on observe qu'il est attiré de nouveau par le verre, et que, si on lui présente la résine, il en est repoussé. Quand au contraire, on électrise le pendule, en le mettant en contact avec le verre, il en est repoussé, et si on approche un bâton de résine électrisé, il est attiré.

Cette expérience montre que l'électricité du verre n'est pas la même que celle de la résine et conduit aux mêmes conséquences que nous avons tirées pour le magnétisme; savoir : l'existence de deux espèces d'électricités, que l'on peut appeler *électricité vitrée* et *électricité résineuse*. Quelques physiciens ont aussi appelé celle du verre, électricité *positive*, et celle de la résine, électricité *négative*.

Puisque l'électricité du verre n'est pas la même que celle de la résine, et que tous les corps peuvent

acquérir l'une ou l'autre de ces deux électricités, que chacune d'elles se repousse, que la vitrée attire la résineuse et réciproquement, nous énoncerons ce fait d'une manière simple en disant : *L'électricité de même nom se repousse elle-même, et attire celle de nom contraire.*

Les substances que l'on emploie ordinairement pour développer l'électricité sont : les fourrures, la laine et la soie. On observe qu'elles se chargent constamment d'électricité de nom contraire à celle que prend le corps frotté : ainsi, par exemple, la résine frottée avec la laine prend l'électricité résineuse, tandis que la laine prend celle de nom contraire, ou la vitrée; le soufre frotté avec une peau de chat se trouve électrisé résineusement, la peau, au contraire, est électrisée vitreusement.

370. Mais si les corps anélectriques ne prennent pas d'électricité, quand on les frotte, ils peuvent cependant en prendre d'une autre manière; par le contact d'un autre corps qui lui-même en développe. Tous ne possèdent cependant pas au même degré la faculté de transmettre ainsi l'électricité, et de là, leur division en *corps conducteurs* de l'électricité, c'est-à-dire qui peuvent transmettre le fluide, et en *corps non conducteurs*, ceux à la surface desquels l'électricité ne se répand jamais. Mais quelle que soit la cause permanente de ce phénomène, il paraît plus exact de dire que tous les corps sont *bons* ou *mauvais* conducteurs.

Parmi les corps solides, les métaux sont en général d'excellents conducteurs de l'électricité, c'est-à-dire, qu'ils se laissent très facilement traverser par le fluide électrique; il en est de même pour l'eau et la vapeur d'eau. L'air sec est au contraire un très mauvais conducteur de l'électricité, et c'est pourquoi l'électricité se conserve long-temps

dans un corps entouré de ce fluide et séparé de la terre par une autre substance également mauvais conducteur, tel que le verre, la soie, la résine, etc., tandis qu'elle se dissipe promptement dans l'atmosphère quand l'air est humide et se perd instamment lorsqu'on vient à toucher le corps électrisé avec une tige métallique.

Les corps très mauvais conducteurs sont appelés aussi *corps isolants*, parce que les corps électrisés qui reposent sur eux, sont véritablement isolés ou séparés du sol, et conservent long-temps l'électricité qu'ils possèdent.

Il n'éxiste pas de corps qui soit absolument non conducteur.

Les corps mauvais conducteurs *ne perdent l'électricité que dans l'étendue de leur contact ;* les bons conducteurs, *la perdent dans toute l'étendue de leur surface*, et les intermédiaires *la perdent autour du point de contact*, *dans une étendue qui augmente avec leur conductibilité*.

371. L'électricité ne se communique pas seulement au contact; elle peut aussi se communiquer à distance, et elle se répand ainsi sur les corps en raison de leur conductibilité comme celle qui se communique au contact; mais à son passage elle présente le *phénomène de l'étincelle*, ou *de la flamme électrique*.

Dans beaucoup de cas, ce feu peut allumer une bougie éteinte, enflammer l'éther et l'alcool ; il est même un agent chimique très puissant, comme le prouvent la décomposition de l'eau, la volatilisation de l'or, de l'argent, du fer, etc. ; son action sur l'économie animale, produit une sensation particulière, connue sous le nom de *commotion électrique*.

372. Les pointes qui terminent un conducteur soutirent sans bruit et sans explosion l'électricité

répandue sur une surface, même d'une grande étendue, et située à une grande distance. C'est sur la connaissance de ce fait qu'est basé l'usage du paratonnerre.

On s'est assuré par l'expérience suivante que *la matière de la foudre et celle de l'électricité ne sont qu'une même substance*. Franklin ayant proposé d'élever dans l'atmosphère une barre de métal terminée en pointe, afin de voir si elle s'électriserait par un temps d'orage, Dalibard voulut réaliser cette idée, et en conséquence il fit construire, près de Marly-la-Ville, un petit bâtiment, surmonté d'une barre de fer de 13 mètres, terminée en pointe et appuyée sur un cylindre métallique que supportaient des colonnes isolantes. De cette manière, si le nuage orageux venant à passer, contenait réellement de la matière électrique, elle devait être attirée par la pointe et retenue sur le conducteur isolé; ce fut en effet ce qui arriva. Un orage s'étant manifesté dans la soirée du 10 mai 1752, à peu de distance de l'appareil que l'on avait préparé, le conducteur donna tous les signes de l'état électrique; on en tira des étincelles; il excita de violentes commotions, et les personnes qui firent l'expérience répandaient une odeur sulfureuse.

La foudre n'étant qu'un phénomène dû à l'électricité, on peut faire usage du pouvoir des pointes pour prévenir ses ravages. Car, si l'on établit sur un édifice une barre métallique pointue qui communique avec la terre au moyen de corps conducteurs non interrompus, un nuage orageux, qui passera suffisamment près de la barre, déchargera par ce conduit son électricité attirée par la pointe, et la foudre se perdant ainsi dans la terre, ne produira aucun effet sur les objets envi-

ronnants, même peu éloignés du conducteur. Telles sont les considérations d'après lesquelles Franklin a construit les *paratonnerres*.

Un paratonnerre se compose d'une tige de fer, dont l'extrémité supérieure est terminée en pointe. Pour que cette pointe ne s'altère pas, on la fait de platine, de cuivre, ou en général d'un métal peu oxidable à l'air; quelquefois même, et c'est le procédé le plus en usage, on dore l'extrémité de la tige, qui, par ce moyen, reste très long-temps aiguë, et conserve l'instrument en bon état.

La hauteur moyenne d'un paratonnerre est de vingt-cinq pieds, et sa tige doit avoir, à sa base, vingt-cinq lignes de diamètre.

Les conducteurs sont des barres de fer de sept à huit lignes de diamètre, ou bien des cordes de même grosseur que les barres, faites avec des fils de fer. Il faut avoir grand soin que le conducteur se perde dans un terrain très humide, ou même dans un puits.

On estime qu'un paratonnerre peut défendre autour de lui des atteintes de la foudre, un espace circulaire d'un rayon double de sa hauteur.

373. La plupart des corps peuvent s'électriser diversement suivant les conditions où on les place; ainsi le verre qui est vitreux quand on le frotte avec de la laine ou de la soie, s'électrise résineusement quand on le frotte avec une peau de chat et plusieurs autres fourrures.

Il est donc très vraisemblable que ces deux électricités existent neutralisées dans tous les corps à l'état naturel; que l'électricité est répandue dans les corps à la manière du fluide magnétique, et qu'une cause permanente ou accidentelle peut la décomposer et donner un corps doué d'électricité vitreuse

ou résineuse, selon que l'un ou l'autre de ces fluides dominera.

Ce qui établit une différence entre le magnétisme et l'électricité, c'est que cette dernière force est libre dans tous les corps; elle peut traverser en tous sens leur masse et même en sortir, tandis que la première peut s'y mouvoir, mais ne peut en sortir.

374. Lorsqu'on développe de l'électricité, soit résineuse, soit vitrée qui était d'abord à l'état naturel, il faut donc que l'électricité contraire se trouve pareillement développée ou bien qu'elle soit détruite par la cause développante. Or, le raisonnement et l'expérience montrent que l'une de ces forces ne peut jamais être détruite, et que jamais l'une des électricités n'est développée sans l'autre. Ainsi, deux disques en verre, en résine, en bois, en métal, ou en toute autre substance, isolées par des manches de verre bien secs et frottés l'un contre l'autre ne donnent aucun signe d'électricité tant qu'ils sont unis; mais dès qu'on les sépare, il est aisé de reconnaître que l'un possède l'électricité vitrée, et l'autre l'électricité résineuse.

Ce résultat est encore plus facile à constater à l'aide de la *machine électrique*, instrument dans lequel le développement de l'électricité est produit par le frottement d'un plateau de verre sur quatre coussins de soie remplis de crin. Ce plateau est traversé par un axe qui porte une manivelle, et il est soutenu dans une position verticale par deux montants de bois. Au-devant du plateau se trouve un cylindre métallique de cuivre ou de fer-blanc, qu'on nomme *conducteur*, et qui est soutenu par des colonnes de verre. Ce conducteur est terminé, du côté de la glace, par deux branches, dont chacune est pourvue, à son extrémité, d'un godet garni de pointes.

Les coussins doivent être frottés, à la partie qui touche le verre, avec de l'*or musif* (oxide sulfuré d'étain), ou avec un alliage d'une partie de zinc et de cinq de mercure. La partie postérieure du coussin est en contact avec une tige métallique qui descend le long des montants de bois et communique avec la terre. Tout le temps que la machine électrique est en mouvement, on sent une odeur particulière assez semblable à celle du gaz hydrogène. Si on approche la main ou le visage du plateau ou du conducteur, on sent un frémissement particulier, comme si on venait à toucher une toile d'araignée. Enfin, si on présente le doigt au conducteur, on en tire une étincelle lumineuse qui fait éprouver une faible piqûre. Si on fait l'expérience dans l'obscurité, on voit des traînées de lumière qui serpentent sur la glace, et des étincelles que soutirent continuellement les pointes du conducteur tournées vers le plateau.

Lorsqu'on fait jouer cette machine, l'électricité est développée par le frottement que les coussins exercent sur les deux surfaces du plateau. La vitrée reste sur le verre, tandis que la résineuse se répand sur les coussins et de là dans le sol. Or, le verre étant placé très près d'un grand nombre de pointes métalliques, leur communique son électricité qui s'accumule ainsi dans le conducteur.

Mais si, au lieu de faire l'expérience de la manière précédente, on fait communiquer le disque avec la terre à l'aide d'une tige conductrice, et que l'on isole les coussins et que l'on dirige vers eux les pointes du conducteur, la machine se chargera encore d'électricité, mais au lieu d'électricité vitrée ce sera de l'électricité résineuse.

375. Un corps électrisé décompose à distance les électricités naturelles de tous les corps conducteurs

placés dans sa sphère d'activité, de telle sorte que chacun d'eux se trouve, par rapport à la cause agissante, dans un état électrique différent de celui du corps qui le précède ou qui le suit. Quand l'influence qui a ainsi modifié leur état vient à cesser, chacun d'eux retombe ensuite à son état primitif. Deux moyens se présentent pour détruire cette influence : *soutirer graduellement, avec un corps isolé, des étincelles de ceux qui sont électrisés*; ou *bien tirer du corps électrisé et électrisant une étincelle totale qui le décharge subitement.*

376. Ceci nous conduit à parler de *la dissimulation de l'électricité* et des instruments connus sous le nom de *condensateurs.*

Concevons deux disques conducteurs A et B (des feuilles de cuivre par exemples), mis en présence et séparés par une lame non conductrice C, en verre ou en résine; quand le disque A reçoit de l'électricité vitrée et le disque B de l'électricité résineuse, ces deux électricités s'attirent au travers de la lame non conductrice C, et en pressent les deux faces opposées par l'effort qu'elles font pour se réunir. On dit alors qu'elles sont *dissimulées* ; en effet, quand les disques sont chargés, on peut les toucher l'un ou l'autre *séparément* sans que leur fluide s'écoule sur le sol ; car le fluide de celui qui est touché étant attiré et retenu par le fluide de l'autre, n'obéit pas à la force répulsive qui lui est propre; mais lorsqu'on les met en communication l'une avec l'autre (en les touchant simultanément par exemple), la réunion des deux électricités s'opère aussitôt.

377. Tous les appareils dans lesquels on accumule de l'électricité dissimulée, se composent essentiellement de deux lames conductrices séparées par

une lame non conductrice ; on les nomme en général des *condensateurs*.

De ce nombre est la *bouteille de Leyde*. Cet instrument, dont la découverte est due à Mussembroëck, physicien de Leyde, est formée d'une bouteille de verre qui a deux *garnitures* métalliques sans communication entre elles : la garniture *intérieure* se compose de feuilles légères de métal qui ne remplissent qu'une partie de la bouteille : à cette garniture communique une tige de métal terminée en boule et adaptée au bouchon : la garniture *extérieure* est une feuille d'étain : elle ne doit arriver, comme la première, que jusqu'à environ 50 millimètres des bords. Ces deux garnitures se nomment *armures* de la bouteille de Leyde.

On *charge* la bouteille de Leyde de deux manières : en mettant l'une des garnitures en contact avec le conducteur d'une machine en mouvement et l'autre en communication avec le réservoir commun. Ainsi, si l'on tient la bouteille par la garniture extérieure, on l'électrise en mettant le bouton en communication avec le conducteur ; si on la tient par le bouton, on l'électrise en mettant la garniture extérieure en communication avec la machine. Dans le premier cas, si la machine donne de l'électricité positive, l'intérieur de la bouteille est électrisé positivement et l'extérieur négativement ; c'est le contraire dans le second cas.

L'appareil ainsi préparé donne lieu aux effets suivants :

1° *La bouteille de Leyde produit une commotion subite au moment où on touche à la fois ses deux armures.*

2° *La bouteille de Leyde fournit une preuve de l'extrême rapidité avec laquelle l'électricité se propage ;* car plusieurs personnes se tenant par la

main, si la première communique avec la garniture extérieure et la dernière avec la tige de la bouteille de Leyde, toutes ces personnes, quel que soit leur nombre, ressentiront au même instant la commotion électrique.

On *décharge* la bouteille de Leyde en établissant la communication entre les deux armures au moyen d'un corps conducteur. Lorsque la bouteille est fortement électrisée, il est dangereux de la décharger immédiatement avec les mains; on se sert alors d'un *excitateur* : cet instrument consiste en une verge de métal terminée par deux boules; il est construit de manière que ses deux extrémités puissent être rapprochées ou éloignées à volonté. On applique une extrémité de l'excitateur sur la garniture extérieure, et l'autre sur la garniture intérieure : toute la décharge et la réunion des fluides s'effectue à travers la verge métallique sans qu'on éprouve la moindre commotion. L'excitateur devient d'un usage plus commode et plus sûr lorsqu'on adapte à ses branches un manche isolant de verre par lequel on puisse tenir l'instrument.

Une batterie électrique est la réunion de plusieurs grandes bouteilles de Leyde.

378. *L'électrophore*, comme l'indique son nom, est un instrument qui a la faculté de conserver l'électricité pendant un laps de temps assez considérable.

Il se compose, 1° d'un plateau de résine que l'on nomme ordinairement le *gâteau* de l'électrophore; 2° d'un plateau métallique auquel est adapté un tube de verre. Pour s'en servir, on commence par électriser la résine, en la frappant avec une peau de chat (nous savons qu'elle s'électrise résineusement); ensuite on pose le plateau sur le gâteau. Alors l'électricité résineuse de la résine agit sur les électricités combinées du plateau, les décompose, attire

dans la partie inférieure l'électricité vitrée, et repousse l'électricité résineuse dans la partie supérieure. Maintenant, si l'on fait communiquer le plateau avec le sol, en le touchant avec un doigt, par exemple, on aura une petite étincelle qui sera due à l'électricité résineuse, qui est repoussée dans la partie supérieure du plateau, et qui s'échappe dans le sol. L'électricité vitrée, étant attirée par la résineuse du gâteau, ne pourra pas s'en aller par le doigt, et elle ne pourra pas non plus se combiner avec l'électricité résineuse du gâteau, vu que celui-ci étant isolant, il ne permet pas à l'électricité de passer d'un point de sa surface à un autre. D'où l'on voit que si l'on rompt la communication du plateau avec le sol, il ne restera que de l'électricité vitrée, qui ne sera pas sensible tant que le plateau restera posé sur le gâteau. Mais si l'on enlève le plateau, cette électricité devient libre, et si on présente le doigt, on voit jaillir une vive étincelle. On pourra de nouveau replacer le plateau sur le gâteau, sans être obligé d'électriser celui-ci de nouveau; une nouvelle décomposition se fera, on appliquera le doigt et l'on obtiendra une étincelle autant de fois que l'on voudra.

L'électrophore est généralement employé quand on ne veut avoir que de petites quantités d'électricité : on s'en sert fréquemment dans les laboratoires, pour opérer la combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène, etc., etc.

379. A l'aide de l'instrument appelé *balance électrique*, Colomb est arrivé à déterminer la *loi des répulsions et des attractions électriques*. En s'appuyant sur ce principe, que deux sphères conductrices de même rayon, mises en contact, se partagent également les électricités qu'elles possèdent, il a constaté *que les attractions et les répulsions électriques sont*

en raison composée des quantités de fluide, *et en raison inverse du carré des distances*. Ainsi, après avoir mesuré la force attractive ou répulsive de deux balles, à une distance bien connue; si on touche l'une d'elles avec une autre balle de même dimension, on reconnaît qu'à la même distance, sa force de tension se trouve diminuée de moitié. Les deux causes d'erreurs qui se présentent dans ces expériences, et qu'on peut difficilement éviter sont: *la conductibilité électrique de l'air quand il est chargé de vapeurs d'eau*, et *la déperdition qui se fait à travers la substance des corps, même les plus mauvais conducteurs, tels que le verre, la cire, la gomme laque*.

D'après cette loi, on voit que pour doubler la force isolante d'un support cylindrique et très fin, il faut lui donner une longueur quatre fois plus grande.

380. Examinons maintenant la distribution de l'électricité à la surface des corps.

Pour prouver que l'électricté n'occupe que la surface des corps, on n'a qu'à charger d'électricité une sphère renfermée dans deux hémisphères métalliques, et ensuite à la priver tout-à-coup de cette enveloppe; car alors la sphère intérieure ne conserve aucune trace d'électricité.

Si, après avoir électrisé une sphère creuse et percée d'un trou, on introduit dans son intérieur un conducteur disposé de façon à ne pouvoir toucher sa superficie, celui-ci ne donne aucun signe d'électricité.

En vertu de la répulsion qu'un fluide exerce sur lui-même, il est facile de concevoir que l'électricité ne peut rester au centre d'une sphère métallique, puisque chaque particule de ce même fluide se repousse continuellement, pourvu toutefois que la

matière dont est formée cette sphère n'ait aucune action chimique sur le fluide électrique. Ainsi l'électricité se distribuera sur toute la surface de la sphère; et comme cette action répulsive s'exerce indéfiniment, il est clair que si l'air, dont le corps est environné, se trouve saturé de vapeur aqueuse, l'électricité se répandra dans ce milieu, et que le corps cessera d'être électrisé. C'est pour cela que si l'on fait des expériences qui ne demandent qu'une faible électricité, il faut avoir besoin de rendre l'air environnant parfaitement sec.

Il n'en est pas de même pour une ellipsoïde; seulement la tension électrique n'est pas égale partout, la plus forte se trouve aux extrémités du grand axe.

381. Jusqu'ici nous n'avons parlé que de l'électricité développée par le frottement; mais cette cause n'est pas la seule qui puisse mettre ce fluide en liberté: la pression, la chaleur, le contact et les affinités moléculaires ou chimiques peuvent produire le même résultat.

382. Le développement de l'électricité par la chaleur est très remarquable dans une pierre appelée *tourmaline* (qui est commune sur-tout aux Indes); lorsqu'on la chauffe, elle présente vers les deux extrémités de son axe, deux pôles contraires, l'un agissant par du fluide vitré, l'autre par du fluide résineux. Le soufre, le diamant, le quartz et une foule d'autres cristaux présentent le même phénomène avec plus ou moins d'intensité.

383. L'électricité qui se développe par le contact des corps et pendant les actions chimiques, est généralement connu sous le nom de *galvanisme*.

En 1789, Galvani, médecin et professeur à Bologne, ayant eu l'occasion de préparer des grenouilles pour divers sujets de recherches, les suspendit par hasard à un balcon de fer par de petits

crochets de cuivre qui passaient entre les nerfs lombaires et la colonne vertébrale, et il observa que les animaux disposés ainsi, bien que morts et mutilés, éprouvaient de vives convulsions. Frappé de ce phénomène singulier, Galvani en étudia toutes les circonstances, et reconnut que les contractions musculaires n'arrivaient que dans le cas où quelques points des muscles se trouvaient en contact avec la tige de fer qui portait les crochets de cuivre. Il constata ensuite que des phénomènes analogues se présentent toutes les fois qu'on établit la communication entre un nerf et un muscle, à l'aide d'un conducteur formé de deux métaux qui se touchent.

Ces faits remarquables reçurent le nom de *phénomènes galvaniques*. Galvani les attribuait à une électricité animale propre aux organes, et manifestée par la communication établie entre ces organes au moyen de conducteurs électriques.

Volta, au contraire, ayant répété les mêmes expériences, et considérant sur-tout que les plus grandes convulsions avaient lieu lorsque la communication des nerfs avec les muscles était établie par deux métaux différents mis en contact, fut conduit à penser que l'électricité manifestée dans les phénomènes galvaniques, se développait uniquement par le contact des métaux de différente nature, et il ne regarda les organes des grenouilles que comme des électroscopes très sensibles aux plus petites quantités d'électricité.

384. Le moyen de produire le galvanisme étant connu, il ne s'agissait plus que de rendre ce moyen plus puissant. Volta ne tarda point à atteindre ce but, et il construisit l'instrument connu sous le nom de *pile voltaïque* ou *galvanique*. Elle est composée de disques métalliques hétérogènes (*zinc* et *cuivre* par exemple) mis en contact deux à deux; ces *couples* sont ensuite superposés dans le même ordre,

et separés les uns des autres par des rondelles de carton ou de drap imbibées d'eau; le tout est disposé verticalement.

385. Avant de passer à l'explication des phénomènes de la pile, disons que les physiciens appellent force *électromotrice* celle qui, lors du contact des corps, décompose leurs fluides naturels, et s'oppose à leur recomposition (à moins toutes fois que la tension de ces deux fluides ne leur fasse franchir la surface de jonction, et dans ce cas même, la force électromotrice est un obstacle à la recomposition complète).

386. Maintenant, supposons un élément communiquant au sol par le côté cuivre, et analysons ce qui se passe. Au contact du zinc et du cuivre, la force électromotrice développe les deux fluides: le fluide vitré se porte sur le zinc, le résineux sur le cuivre; appelons 1 la quantité de fluide vitré qui est sur le zinc, et 0 l'état du cuivre, puisqu'il est en communication avec le sol; plaçons sur ce premier zinc une rondelle humide : cette rondelle prendra au zinc de son électricité, et ce premier zinc n'aura plus 1 de tension. Mais comme la force électromotrice agit sans cesse, elle fait une nouvelle décomposition, jusqu'à ce que le zinc et la rondelle aient 1 de tension : plaçons sur la rondelle humide un second couple, en mettant le cuivre en bas, comme pour le premier couple, et supposons pour un moment qu'au contact du zinc et du cuivre de ce second couple, la force électromotrice n'existe pas; alors on conçoit facilement que l'électricité de la rondelle et du premier zinc passera dans le deuxième couple qui, en vertu de la force électromotrice du premier couple, prendra la tension 1, égale à celle du premier zinc. Rendons maintenant à ce deuxième couple la force

électromotrice qu'il possède réellement ; cette force développera sur le deuxième zinc 1 de vitré, et sur le deuxième cuivre 1 de résineux, ce qui, ajouté à l'électricité déjà produite, fait 2 de tension sur le deuxième zinc ; mais ce 1 de résineux du deuxième cuivre y trouve 1 de vitré ; il se combine avec lui, forme du fluide neutre, et ce deuxième cuivre retombe à l'état 0, état qui ne dure toutefois pas longtemps, car la rondelle humide lui communique le vitré du premier zinc, jusqu'à ce qu'il ait 1 de tension ; le premier zinc, il est vrai, n'a plus 1 ; mais sa force électromotrice répare continuellement sa perte, jusqu'à ce qu'il ait atteint sa tension primitive. Le même raisonnement s'applique au troisième couple et aux suivants ; seulement le troisième zinc aura de tension 3, le quatrième zinc 4, le cinquième zinc 5 ; et de même le troisième cuivre aura de tension 2, le quatrième cuivre 3, le cinquième cuivre 4, etc. ; la pile alors sera chargée d'électricité vitrée.

La pile que nous venons d'étudier aurait donné de l'électricité négative, si le disque de zinc eût touché le sol. L'objet du conducteur, qui se compose tantôt de rondelles et tantôt de liquides acides ou salins, est d'augmenter la tension électrique à l'extrémité de chaque pile ; car, sans cela, elle serait égale seulement à celle développée au contact de deux éléments.

Cette même pile, isolée par ses deux bouts, aurait une de ses moitiés chargée positivement, et l'autre négativement.

On peut distinguer trois agents principaux dans une pile, parmi lesquels se range : 1° la *force électromotrice,* dont nous avons déjà parlé et dont l'intensité varie suivant la nature des corps ; 2° *la force de propagation*, qui dépend de la nature et des dimensions du conducteur qui sépare les couples ;

3° la *force de tension*, qui n'est pas la même pour chaque espèce d'éléments voltaïques, mais qui demeure toujours proportionnelle à leur nombre.

Les corps dont la *force de production* ou la *force électromotrice* est la plus considérable, sont le cuivre et le zinc; aussi toutes les piles sont-elles construites avec ces deux métaux.

L'eau est par elle-même un mauvais conducteur de l'électricité, et par conséquent, une pile *chargée* ou *amorcée* avec de l'eau pure, n'aurait qu'une force de propagation très faible; mais les dissolutions salines ou alcalines, et sur-tout les dissolutions acides, sont de très bons conducteurs; celle que l'on préfère en général, est de l'eau contenant environ 1/20 d'acide nitrique. La force de propagation dépendante des dimensions aussi bien que de la nature, du conducteur il est évident que c'est l'étendue de la superficie des éléments de la pile qui doit à son tour influer sur cette condition.

387. Il y a plusieurs genres de piles : elles tirent toutes leur nom de la disposition qu'on leur a donnée.

Aujourd'hui l'appareil dont on se sert, comme étant le plus énergique, est appelé *pile à auges*, et est construit de la manière suivante : les plaques sont soudées par une partie de leurs bords, et courbées de manière à pouvoir être plongées verticalement dans des auges de verre, de porcelaine ou de bois, contenant un liquide qni sert de conducteur (de l'eau aiguisée d'acide nitrique, par exemple). Chaque auge, à l'exception de la première et de la dernière, reçoit alors deux plaques de nature différente. Pour manier facilement la machine, les couples sont fixés à une pièce de bois par des écrous, et on peut alors les plonger à volonté dans l'auge qui est au-dessous et qui est divisée par compartiments.

388. Les courants d'une pile produisent, comme les batteries électriques, de la chaleur, de la lumière, et des effets chimiques, physiques et physiologiques.

Ainsi, lorsqu'un métal, en fil, en feuille ou en éponge, établit la communication directe entre les pôles de la pile, il y a aussitôt chaleur, incandescence, lumière, fusion, et souvent volatilisation de ce corps.

Si l'on fait passer les deux fils conducteurs d'une pile à travers une eau légèrement acidulée, et que l'on fasse communiquer les deux pôles de la pile, on ne tarde pas à observer que, vers chaque pôle, il se dirige des bulles de gaz, dont les unes sont de l'oxygène pur et les autres de l'hydrogène.

L'eau n'est pas le seul corps décomposé par l'influence des courants électriques; et sous ce rapport toutes les substances minérales, c'est-à-dire inorganiques, se partagent en deux séries bien distinctes que l'on appelle corps *électro-positifs* et *électro-négatifs*. Si ce sont des oxides que l'on décompose ainsi, l'oxygène se rend au pôle positif, et la base au pôle négatif; si ce sont des composés salins, l'acide va au pôle positif et l'oxide au pôle négatif; enfin, dans la combinaison de deux acides ou de deux bases, chacun d'eux se dirigera vers le pôle d'électricité contraire à celle dont il jouit.

Il est facile de prévoir que, si l'un des éléments que sépare l'électricité peut encore éprouver aisément une décomposition, une de ses molécules sera attirée par le pôle positif, et l'autre par le pôle contraire.

389. *On appelle force électro-magnétique ou électro-dynamique la cause qui, durant l'activité de la pile, exerce une action directrice sur l'ai-*

guille aimantée. Cette découverte date de 1819 : elle est due à M. OErstedt de Copenhague, et c'est M. Ampère, qui depuis s'est livré le plus activement à ce genre de recherches.

390. Si l'on réunit les deux extrémités d'une pile, et que l'on place une aiguille aimantée tantôt au-dessus, tantôt au-dessous du fil conducteur, elle sera déviée du méridien magnétique en différents sens.

La force qui détermine cette déviation diminue à mesure que la distance augmente, se transmet dans tous les sens et à travers toutes les substances, excepté celles qui sont magnétiques.

Le courant électrique qui se porte du pôle positif au pôle négatif, en passant par le conducteur, tend à tourner l'aiguille en croix, avec lui, de façon que le pôle austral de celle-ci vire à gauche.

L'intensité de l'action du courant est en raison inverse de la simple distance.

Les métaux non capables de magnétisme sensible, agissent à la manière des corps aimantés par les décharges électriques ou par le courant d'une pile.

391. Quand on présente à l'aiguille aimantée le fil conducteur, de manière que leurs directions soient perpendiculaires entre elles, et que le pôle austral de l'aiguille soit à la gauche du courant, c'est-à-dire dans la position que doivent prendre le fil conducteur et l'aimant, en vertu de leur action mutuelle, ils s'attirent réciproquement.

Ce qui a lieu entre un courant électrique et un aimant, s'observe aussi entre deux courants électriques.

En effet, M. Ampère a démontré *que deux courants électriques s'attirent quand ils se dirigent*

parallèlement dans le même sens, et se repoussent quand leurs directions parallèles sont opposées. Et que *la même chose a lieu quel que soit l'angle des deux fils, droit, obtus ou aigu; en sorte qu'il y a toujours attraction, quand les courants des deux fils vont tous deux en s'éloignant ou en s'approchant du sommet de l'angle formé par les deux fils, et répulsion, dans le cas où l'un va en se rapprochant et l'autre en s'éloignant.*

392. Après avoir vu que les courants dirigent l'aiguille aimantée, et que celle-ci est aussi dirigée par la terre, on devait arriver à ce fait curieux, que la terre agissait sur le courant électrique : et les conséquences auxquelles M. Ampère est arrivé, sont les suivantes :

1° *Un courant vertical mobile autour d'un axe vertical est porté par l'action du globe à l'est de cet axe lorsqu'il descend dans le conducteur mobile, et à l'ouest du même axe quand il va en montant; le plan qui, dans la position d'équilibre, passe par ce courant et par l'axe, est, dans les deux cas, perpendiculaire au méridien magnétique.* De cette expérience, M. Ampère a été porté à admettre dans l'intérieur du globe, des courants électriques qui donnent à l'aiguille de la boussole sa direction à peu près du nord au sud.

2° *Un conducteur horizontal ne pouvant se mouvoir que parallèlement à lui-même, est toujours repoussé dans l'hémisphère boréal, par l'action terrestre, à la gauche de l'observateur, qu'on suppose placé dans le courant, et dont la face est tournée vers le globe terrestre, quel que soit d'ailleurs l'azimuth du courant. Ainsi, en supposant avec M. Ampère, le courant dirigé de l'est à l'ouest, le conducteur se porte au midi, et comme dans ce*

cas il est attiré par le courant moyen, équivalent à tous les courants terrestres, et que ce courant va de l'est à l'ouest, il en résulte que celui-ci est situé au midi du lieu où se fait l'expérience.

3° *Un conducteur horizontal, mobile autour d'un axe vertical passant par une de ses extrémités, tourne d'un mouvement continu qui s'effectue dans la direction, est, sud, ouest, nord, quand il va de la circonférence au centre, et en sens opposé quand il va du centre à la circonférence.* Il résulte de cette expérience, suivant M. Ampère, que le courant moyen est situé au sud du lieu où l'on expérimente.

Quand, dans un conducteur circulaire mobile autour de son axe et presque fermé, on fait passer un courant électrique, on voit qu'il se dirige par l'action de la terre; et cette direction est telle, que la portion du conducteur où le courant est descendant, se porte à l'est, et l'autre portion, c'est-à-dire celle où il est ascendant, se tourne à l'ouest. Le même phénomène se produit encore, quand, au lieu d'employer un simple fil conducteur, on emploie une hélice, dont l'axe horizontal puisse tourner autour d'une ligne verticale passant par son milieu. Si on emploie deux hélices, on verra que leurs extrémités de même nom, c'est-à-dire celles qui se dirigent vers le même point du globe, se repoussent mutuellement, et que celles qui se dirigent vers les points directement opposés, s'attirent, ou que l'extrémité qui se tourne vers le nord attire l'extrémité qui se tourne vers le sud, dans une autre hélice. L'action de deux courants entre eux est donc la même que celle de deux aimants et que celle d'un aimant sur une hélice.

393. Le développement de l'électricité dans les combinaisons a été observé, pour la première fois,

par MM. Lavoisier et Laplace. Ces savants reconnurent qu'en faisant agir quelques kilogrammes d'acide sulfurique sur du fer en limaille, il se développait à l'instant une quantité d'électricité suffisante pour charger un condensateur.

Il résulte, des expériences de H. Davy, que, dans les combinaisons chimiques où le dégagement de chaleur est considérable, il y a toujours développement d'électricité.

Il résulte aussi, des expériences de M. Becquerel que la combinaison d'un oxide ou d'un acide avec un alcali développe de l'électricité.

394. On a constaté aussi que la chaleur peut développer de l'électricité dans les métaux mis en contact. Pour observer ce phénomène, on soude ensemble du bismuth et du cuivre, ou bien encore du bismuth et de l'antimoine, en leur donnant la forme d'un parallélogramme, ou toute autre figure telle, que les métaux donnent lieu à un cadre complet. Ensuite on échauffe l'une des soudures, et il se produit de l'électricité qui circule dans l'intérieur des métaux. Comme cette électricité est insensible aux électroscopes ordinaires, on a recours à l'aiguille aimantée, que l'on dispose à cet effet, près des métaux et parallèlement à leur direction, et l'on observe que le courant se dirige du cuivre au bismuth, dans la partie non chauffée.

OPTIQUE.

395. *L'optique est la branche de la physique qui a pour objet l'étude de la lumière.*

Quand elle traite de la réflexion de la lumière à la surface des corps, cette science porte le nom de *catoptrique*, et quand elle ne considère au

contraire que sa marche à travers les corps transparents, on lui donne celui de *dioptrique*.

396. La lumière ne saurait être définie quant à sa nature, mais sous un point de vue non moins important, on peut dire qu'elle *est l'agent par lequel la forme d'un corps se décèle à nos regards*.

Deux systèmes sont depuis long-temps en présence, pour expliquer tous les phénomènes ou modes d'action de la lumière : celui de l'*émission* et celui des *ondulations*.

Dans le premier système, imaginé par Newton, on suppose la lumière un fluide infiniment subtil, émané des corps lumineux, projeté par eux dans l'espace, et s'y mouvant en ligne droite avec une rapidité surprenante.

Dans le système des ondulations, qui est celui de Descartes, on admet que tous les mondes, la matière elle-même, baignent dans un fluide extrêmement subtil (éther), capable d'entrer en vibration et de transmettre de proche en proche le mouvement que lui imprime les corps lumineux, qui ne le sont eux-mêmes que par l'agitation de leur *éther*.

397. Quoiqu'il en soit, *la lumière se propage avec une grande vitesse, puisqu'elle arrive du soleil à la terre en* 8 *minutes* 13 *secondes;* ce qui fait cinquante sept mille lieues par seconde.

398. Un rayon lumineux ou un rayon de lumière est la direction que suit la lumière en se propageant.

Un *pinceau de lumière* est la réunion *de plusieurs rayons voisins*, et l'ensemble de plusieurs pinceaux, forme ce qu'on appelle un *faisceau de lumière;*

399. *La lumière se propage toujours en ligne droite, dans un milieu homogène*. Tout le monde sait qu'en plaçant entre l'œil et un corps lumineux

un corps opaque, il intercepte une partie de ce dernier.

La lumière se meut au contraire en ligne courbe dans un milieu hétérogène. L'inégale densité de l'atmosphère en fait un milieu hétérogène, aussi la lumière du soleil ne nous arrive jamais en ligne droite, et on ne voit jamais un astre au lieu précis où il se trouve en réalité; cette déviation est ce qu'on appelle le phénomène de la *réfraction;*

400. *Un point lumineux répand la lumière en tous sens*, et doit être considéré comme le centre d'une sphère de lumière qui s'étend indéfiniment de tous les côtés. Il en résulte qu'en se propageant, chaque faisceau de lumière doit diverger continuellement et représenter un cône dont le sommet est au point lumineux, et la base sur le plan frappé par la lumière. Il faut, par conséquent, que la quantité de la lumière qui tombe sur ce plan décroisse à mesure que la base du cône devient plus large, et cette longueur augmente à mesure que la distance du point lumineux augmente aussi. C'est pour cette raison que lorsque la lumière tombe sur un plan, le degré de clarté qu'elle y produit est plus ou moins grand, selon que le corps lumineux en est plus ou moins rapproché. La loi de ce phénomène est que, *l'intensité de la lumière d'un point lumineux décroît comme le carré de la distance augmente.*

401. On distingue tous les corps non lumineux par eux-mêmes: 1° en corps *opaques*, c'est-à-dire qui ne transmettent point la lumière à travers leur masse, ou du moins qui ne la transmettent que d'une manière inappréciable, la pierre, les métaux, le bois par exemple; 2° en corps *diaphanes* ou transparents, qui laissent voir nettement les objets au travers de leur substance; tels sont

l'eau, l'alcool, les gaz, le verre; 3° et en corps *translucides*, ceux qui ne laissent passer qu'une petite quantité de la lumière qu'ils reçoivent, et à travers lesquels les objets se dessinent imparfaitement. Tout corps opaque éclairé plus ou moins obliquement, laisse derrière lui une projection obscure de sa forme; c'est cette partie de l'espace qui ne reçoit aucune lumière, qui porte le nom d'*ombre*. Le *pénombre* est cette teinte plus faible de l'ombre qui sépare les points de l'espace tout-à-fait éclairés des points restés absolument sans lumière.

402. *Catoptrique, ou réflexion de la lumière.* Tout rayon lumineux qui tombe sur une surface se replie et prend une direction nouvelle; de telle sorte que l'angle formé par la perpendiculaire menée au point du contact et le rayon incident, est toujours égal à celui qu'engendre cette même perpendiculaire ou normale avec le rayon réfléchi; d'où il suit :

1° *Que le plan de réflexion est toujours coïncidant avec le plan d'incidence;*

2° *Que l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence situé de l'autre côté de la normale.*

Il en est de même pour les surfaces courbes; parce qu'on admet comme principe fondamental que la réflexion se fait en un point quelconque d'une surface courbe, comme elle se ferait au plan tangent en ce point.

C'est sur ce principe que reposent les propriétés des miroirs.

Un *miroir* est, en général, une surface polie, qui a la propriété de réfléchir régulièrement la plupart des rayons de lumière qui la rencontrent.

On distingue deux espèces de miroirs : les miroirs de métal et ceux de glace. Les *miroirs de métal* se composent d'un alliage de cuivre, d'étain et d'arsenic. Les *miroirs de glace* sont formés d'une pièce de verre enduite d'un côté d'un amalgame d'étain et de mercure, qu'on nomme le *tain*.

Les miroirs sont *plans*, *concaves* ou *convexes*, selon que leurs surfaces réfléchissantes sont *planes*, *concaves* ou *convexes*. La surface des miroirs convexes étant supposée une portion de surface sphérique, on peut, dans ce cas, considérer la surface de ces miroirs comme une *zone à une base*, c'est-à-dire, une partie de la surface sphérique coupée par un seul plan. La perpendiculaire, que l'on conçoit abaissée du centre de la sphère sur le plan qui sert de base à la zone, se nomme l'*axe* du miroir.

Les différentes manières dont les images des corps sont représentées par ces trois espèces de miroirs, se déduisent de l'expérience, et de la loi de la réflexion de la lumière, rapportée précédemment.

403. *Miroirs plans.* Lorsqu'un corps éclairé est placé devant un miroir plan, les rayons qui partent de la surface opposée au miroir, vont le frapper en divergeant, et font l'angle de réflexion égal à celui d'incidence. L'image de l'objet réfléchi nous paraît être aussi éloignée, par-derrière le miroir, que l'objet lui-même en est éloigné pardevant.

Il n'est pas nécessaire qu'une glace soit aussi grande que l'objet qu'elle doit réfléchir, pour en donner l'image entière. Il suffit que les rayons partis de l'extrémité de cet objet ne soient pas tellement obliques que, faisant un angle de réflexion

trop ouvert, ils ne soient plus compris dans le cône lumineux qui va frapper la prunelle de l'observateur.

404. *Miroirs concaves et convexes.* On peut considérer toute surface courbe comme constituée par une infinité de petits plans, s'inclinant les uns sur les autres; par conséquent tous les rayons qui tomberont sur chacun de ces petits plans, feront des angles de réflexion égaux aux angles d'incidence; mais, comme ces petits plans s'inclinent les uns vers les autres, selon que les surfaces sont *concaves* ou *convexes*, les angles d'incidence varieront nécessairement, selon le degré d'obliquité de chaque petit plan, et produiront des réflexions qui s'opèreront selon ces différents angles d'incidence; ainsi les surfaces *convexes* feront *diverger* et les surfaces *concaves* feront *converger* les rayons.

On appelle *foyer* le point où se réunissent tous ces rayons convergents; ce point est toujours placé sur l'axe du miroir, et à la moitié de la longueur du rayon de la sphère dont ce miroir fait partie.

405. Les miroirs concaves peuvent être *sphériques*, *paraboliques* ou *elliptiques.*

Si l'on place une flamme dans le foyer d'un miroir concave, toute la lumière qui va frapper le miroir sera réfléchie presque parallèlement à l'axe; et, comme la lumière parallèle conserve toujours une égale force, excepté lorsqu'elle est affaiblie par l'absorption que lui fait éprouver le milieu dans lequel elle passe, on peut propager ainsi une lumière à une distance considérable.

En plaçant une bougie allumée devant un miroir concave, dans une chambre obscure, on remarque les phénomènes suivants:

Si la flamme est en-deçà du foyer, près du mi-

roir, on en voit une image verticale et grossie, qui paraît un peu plus loin derrière le miroir, que la flamme elle-même n'est au devant. A mesure qu'on approche la lumière du foyer, l'image grandit et s'éloigne.

Si la flamme est au foyer, son image ne se trouve nulle part; mais on voit seulement un reflet lumineux qui consiste presque en rayons parallèles.

Si l'on place la lumière au-delà du foyer, on n'aperçoit plus son image dans le miroir; mais lorsqu'elle est à une certaine distance, il s'en peint une image grossie, et renversée, sur un mur blanc opposé au miroir; si on éloigne la lumière encore davantage, cette image est plus proche et plus petite. Lorsque la distance de la flamme devient double de la distance focale, l'image coïncide avec elle, parce qu'elle est alors au centre de courbure du miroir; si on le recule encore, l'image, qui est alors plus petite que la flamme, se rapproche du foyer, et finirait par tomber précisément dans ce foyer, si l'on pouvait éloigner indéfiniment la lumière. On voit par là que dans un *miroir ardent*, la violente chaleur est produite par une image du soleil qui vient s'y présenter.

En résumé nous voyons que l'image d'un objet s'approche d'autant plus du centre de la figure du miroir, que le point lumineux en est plus éloigné, et que l'image se renverse toujours, excepté quand l'objet est au centre même de courbure du miroir.

Les miroirs paraboliques sont employés pour la construction des phares, parce que c'est une propriété de cette courbe de réfléchir parallèlement, à son axe et à de grandes distances, les rayons partis de son foyer.

406. Les *miroirs convexes* n'ont pas de foyer

véritable; ils n'ont qu'un foyer imaginaire qui se trouve situé derrière le miroir, en un point où ces rayons réfléchis s'entrecroiseraient s'ils étaient prolongés au-delà du miroir.

Les miroirs convexes font diverger aussi tous les rayons; mais malgré la divergence des rayons ainsi réfléchis, l'œil n'en distingue pas moins l'image de l'objet placé devant le miroir. L'image qu'on présente à un de ces miroirs est d'autant plus petite que l'objet est plus éloigné; elle se peint droite au foyer principal, et grandit jusqu'à ce que l'objet touche le miroir. Les peintres qui veulent réduire les dimensions d'un paysage, se servent de cette espèce de verres.

Les miroirs hyperboliques ne sont mis en usage que pour éclairer de grandes surfaces, parce que leur réflexion est extrêmement divergente.

Les miroirs concaves et les lentilles sont encore employés pour concentrer à leur foyer assez de chaleur pour opérer l'ignition des corps.

C'est en se servant d'un système de miroirs semblables, qu'Archimède incendia les vaisseaux romains pendant qu'ils assiégeaient Syracuse. Buffon enflamma aussi des bois à deux cents pieds de distance, et fondit du cuivre, du plomb à quarante-cinq pieds.

Dioptrique ou réfraction de la lumière.

407. Si la lumière, en passant d'un milieu dans un autre, arrive perpendiculairement à la surface de chaque nouveau milieu, elle ne sera pas réfractée, et continuera de se mouvoir en ligne droite.

Si un rayon lumineux, passant d'un milieu plus rare dans un autre milieu plus dense, frappe obliquement la surface de ce nouveau milieu, il sera

réfracté, et se rapprochera de la perpendiculaire élevée au point d'*immersion*. Si, au contraire la lumière passe d'un milieu plus dense dans un autre plus rare, elle sera encore réfractée, mais elle offrira un phénomène contraire à celui que nous venons d'énoncer : au lieu de se rapprocher de la perpendiculaire, elle s'en éloignera.

408. Puisque la lumière se brise en passant d'un milieu dans un autre, tous les corps doivent jouer le rôle de milieux réfringents ; le vide même, relativement à l'air, serait un milieu réfringent.

Les lois générales connues sur la réfrangibilité sont les suivantes :

1° *Le pouvoir réfringent d'une substance augmente avec sa densité et sa combustibilité ;*

2° *Cette puissance réfractive est plus grande pour une substance liquide que pour la même substance à l'état de gaz ;*

3° *Pour les gaz, elle est proportionnelle à la densité ;*

4° *Pour un mélange de gaz, elle est encore égale à la puissance réfringente de ses éléments.*

5° *Elle est enfin, tantôt plus grande et tantôt plus petite que la somme des puissances réfringentes des composants d'un gaz, quand ses éléments sont véritablement combinés.*

409. Dans la théorie de la réflexion de la lumière, nous avions une coïncidence entre les plans d'incidence et de réflexion et égalité entre les angles d'incidence et de réflexion ; en dioptrique, la coïncidence existe aussi pour les plans d'incidence et de réfraction ; mais il n'en est pas toujours de même des angles de réfraction et d'incidence.

L'angle d'incidence est plus grand que l'angle de réfraction, quand la lumière passe d'un milieu plus rare dans un milieu plus dense ;

L'angle de réfraction est plus grand que l'angle d'incidence, quand la lumière passe d'un milieu plus dense dans un milieu plus rare.

Dans le passage de la lumière d'un milieu dans un autre, l'angle de réfraction change avec l'angle d'incidence, et l'expression mathématique de cette loi est, que *le sinus de l'angle d'incidence est toujours en rapport avec le sinus* (1) *de l'angle de réfraction.*

D'après ce que nous avons dit précédemment, il devient évident que la lumière réfractée se rapproche ou s'éloigne du prolongement de la normale, selon que le second milieu est plus ou moins dense que le premier : ce qui ne veut pas dire cependant que la réfrangibilité de ces milieux soit proportionnelle à leur densité.

410. La réfraction de la lumière nous donne l'explication de quelques phénomènes qu'on observe journellement. Ainsi, quand on place une pièce de monnaie au fond d'un vase dont les parois sont opaques, l'œil ne peut voir la pièce qu'en se plaçant dans le cône des rayons qui passent par l'ouverture du vase; mais si l'on verse une certaine quantité d'eau dans le vase, la pièce devient visible pour l'œil placé au-dessous du niveau d'une ligne droite passant de la pièce au-dessus des bords du vase et cette pièce paraît beaucoup plus élevée qu'elle ne l'est en réalité. C'est qu'alors les rayons sont réfractés en s'éloignant de la perpendiculaire, puisqu'ils passent d'un milieu plus dense dans un moins dense, qui est l'air. On explique de la même

---

(1) En géométrie, le *sinus* d'un arc ou de l'angle qu'il mesure est la perpendiculaire abaissée d'une extrémité de cet arc sur le rayon qui passe par l'autre extrémité.

manière pourquoi un bâton, en partie plongé dans l'eau, semble brisé à la surface de ce liquide.

Des effets analogues se manifestent dans les milieux dont les couches sont de densités différentes.

Concevons un vase rectangulaire de verre très mince, dans lequel on verse d'abord de l'acide sulfurique concentré, et ensuite de l'eau; mais comme ces deux substances ont beaucoup d'affinité l'une pour l'autre, elles tendent à se combiner, et la combinaison s'opère en effet dans les couches de l'eau, qui sont en contact avec l'acide sulfurique. On obtient alors un milieu composé de couches parallèles, de densités différentes, et par conséquent de réfractions diverses, décroissantes avec la hauteur. Si l'on colle une bande de papier sur l'une des parois du vase, l'œil placé vis-à-vis la paroi opposée verra deux images, l'une directement, et l'autre un peu au-dessus et renversée. Pour comprendre cette expérience, il faut concevoir que la bande de papier envoie un rayon horizontal à travers l'acide sulfurique, et que ce rayon est reçu par l'œil placé sur le prolongement de cette même ligne horizontale, puis qu'un autre rayon parti du même point se dirige vers les couches supérieures, composées d'acide sulfurique et d'eau, et traverse ces couches, dont la réfraction va en croissant; ce rayon monte jusqu'à ce que la puissance réfringente des couches supérieures le force à se courber, et à passer dans les couches qu'il a déjà traversées: si l'appareil est bien disposé, ce rayon arrivera au point occupé par l'œil, et l'observateur verra une deuxième image renversée dans le prolongement de ce rayon.

On observe un phénomène analogue dans les plaines de la Basse-Égypte: le sol, qui est en partie formé de sable, s'échauffe considérablement par la

chaleur des rayons solaires, et donne lieu au phénomène connu sous le nom de *mirage*, que Monge a observé.

Le matin et le soir, on ne voit dans ces plaines que des arbres et quelques villages dispersés çà et là, et qui n'offrent rien de surprenant; mais lorsque la surface du sol s'est échauffée par l'action des rayons solaires, le terrain paraît terminé à environ 4,000 mètres de distance, par une inondation générale; les villages qui se trouvent au-delà paraissent comme des îles au milieu d'un grand lac. Sous chaque village, on voit son image renversée, comme s'il y avait réellement autour de ces objets une nappe d'eau d'une grande étendue. A mesure qu'on s'approche, les limites de cette inondation apparente s'éloignent; enfin elle disparaît totalement, et l'illusion se reproduit pour un autre village plus éloigné. Cette illusion est souvent cruelle dans le désert, parce qu'elle présente vraiment l'image de l'eau, dans le temps même où l'on en aurait le plus grand besoin (Monge).

Ce phénomène se produit aussi en mer, par un temps très calme, en sorte que les objets qui sont à l'horizon semblent brisés; les vaisseaux, les mâts, les voiles, donnent des images renversées, et plus ou moins bien terminées. C'est de là que les marins ont appelé ce phénomène *mirage*.

On explique le phénomène du mirage en considérant que, pendant le jour, le soleil échauffe le sol et que celui-ci échauffe à son tour la couche d'air qui repose à sa surface; cette couche d'air se dilate, devient spécifiquement plus légère que celles qui reposent sur elle; alors les rayons dirigés par les objets vers le sol sous une certaine incidence entrent dans la couche dilatée, s'y réfractent, et vont frapper l'œil de l'observateur, qui voit l'image

*

renversée des objets situés à une grande distance, sur le prolongement des rayons réfractés.

411. Quand la lumière traverse des milieux réfringents terminés par des surfaces courbes, la direction que prennent les rayons lumineux, après leur réfraction, dépend de la nature et de la forme de la surface courbe. C'est sur ce principe que repose la théorie des *lentilles*, corps diaphanes qui sont terminés par des surfaces courbes, et qui servent à augmenter ou à diminuer la convergence naturelle des faisceaux de lumière.

On n'emploie jamais que des verres sphériques, parce qu'ils sont les seuls qu'on puisse exécuter avec exactitude. Ces verres se nomment *verres convexes* ou *verres concaves*. On distingue six espèces différentes de lentilles, savoir :

1° La lentille *biconvexe* formée de deux surfaces courbes, engendrées par des rayons égaux ou inégaux;

2° La lentille *plan-convexe*, c'est-à-dire, plane d'un côté et sphérique de l'autre;

3° Le *ménisque convergent*, composé de deux surfaces sphériques, l'une concave, l'autre convexe, et d'un rayon évidemment plus court que celui de la face intérieure;

4° La lentille *bi-concave* formée de deux surfaces sphériques, de rayons égaux ou non;

5° La lentille *plan-concave* c'est-à-dire plane d'un côté et concave à sa surface intérieure;

6° Le *ménisque divergent* formé de deux surfaces sphériques, l'une concave, l'autre convexe, et d'un rayon plus grand que celui de la première surface.

412. Tous les *verres convexes* peuvent être comparés à deux prismes opposés par leur base. Les rayons lumineux qui viennent frapper obliquement une des surfaces que présentent ces verres seront tous ramenés les uns vers les autres; ils seront tous

réfractés dans le rapport de leur angle d'incidence, et viendront tous se réunir et s'entre-croiser sur une petite courbe appelée *caustique par réfraction*. On nomme *foyer* ce point de réunion des rayons lumineux, et *distance focale* la distance à laquelle ce foyer se trouve de la surface du verre.

La construction des *verres concaves* peut être rapportée à celle de deux prismes opposés par leur sommet. Tous les rayons lumineux qui viendront frapper obliquement un verre de cette espèce seront aussi réfractés, mais dans des directions opposées; ils s'éloigneront donc les uns des autres indéfiniment, ou pourront devenir parallèles, si leur angle d'incidence n'est pas trop aigu. On conçoit que les verres concaves n'ont pas de foyer véritable.

D'après la différence de leurs effets, les verres convexes ont été nommés *verres convergents*, et les verres concaves *verres divergents*.

Les verres convergents et divergents offrent cette particularité remarquable dans leur construction, qu'il existe un point, qui doit se trouver au centre quand ils sont circulaires et *exactement centrés*, où leurs deux surfaces sont parfaitement parallèles; les rayons lumineux qui arrivent perpendiculairement sur ce point le traversent sans éprouver la moindre déviation. Ce point s'appelle *centre optique*.

Les *verres convexes* ont la propriété de réunir les rayons lumineux en un point qu'on a nommé foyer. Ils rendent convergents les rayons parallèles; ils augmentent la convergence des rayons déjà convergents, et ils diminuent la divergence des rayons divergents, au point de les rendre parallèles et même convergents. Ils grandissent les objets, parce qu'ils nous les font voir sous un angle plus ouvert; et parce que, en même temps, ils font converger

vers notre pupille un bien plus grand nombre de rayons lumineux des corps que nous examinons avec une lentille. Ces corps, plus éclairés et grandis, nous paraissent rapprochés.

Plus les verres convergents sont convexes, plus l'effet qu'ils produisent est énergique, et plus aussi la distance du foyer principal est courte.

En un mot, les lentilles bi-convexes et les analogues concentreront toute la lumière, tandis que les bi-concaves la disperseront.

Deux graves inconvénients résultent de la trop grande sphéricité du cristallin ou de son aplatissement. *Les myopes sont dans le premier cas, les presbytes dans le second.* Chez les uns, les rayons envoyés par un objet se réfractent et se croisent avant de tomber sur la rétine; chez les autres, ces mêmes rayons convergent derrière elle : c'est par l'usage de verres convergents pour ces derniers et divergents pour les premiers, qu'on parvient à corriger ces défauts de la vue.

413. Jusqu'ici nous avons considéré la marche des rayons lumineux à travers des milieux réfringents, et nous avons regardé ces rayons comme étant simples, sans avoir égard à la *dispersion* qu'ils éprouvent en traversant ces corps. L'expérience montre que les rayons de lumière blanche sont formés d'un assemblage de molécules simples de diverses couleurs.

Quand on réfléchit dans une chambre noire l'image du soleil, et qu'on dispose près de l'ouverture de la chambre un prisme, la lumière en traversant cet instrument se réfracte en donnant une image oblongue diversement colorée, mais dont les nuances sont toujours dans le même ordre. Cette image se nomme *spectre solaire.* Elle se compose

des sept couleurs suivantes : *rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet.*

On peut s'assurer que chaque zône colorée ne saurait être décomposée en la faisant passer à travers un autre prisme. Cependant tous n'ont pas la même propriété calorifique, chimique et magnétique. Ainsi, le rayon violet est le moins chaud, tandis que le rouge l'est le plus.

En revanche, le rayon violet possède au plus haut degré la faculté de réduction sur les oxydes, comme aussi celle d'aimanter de petits fils d'acier. Enfin, les peintres ont tiré parti de la possibilité qu'il y avait, en mariant divers rayons du spectre, de produire toutes les couleurs simples, pour avoir toujours le même ton de coloris.

414. Le phénomène de *l'arc-en-ciel* dépend de la décomposition de la lumière par des gouttes de pluie. Il n'a lieu que quand il pleut, et que le soleil luit en même temps; de plus, il faut, pour l'apercevoir, que l'observateur se trouve placé de manière que sa face regarde le nuage qui se résout en pluie, et que son dos soit tourné vers le soleil. On sait que ce météore est formé d'un arc; mais le plus souvent il y en a deux, parés de toutes les couleurs du spectre. Les couleurs de l'arc inférieur sont moins pâles que celles de l'arc supérieur; on remarque que, dans l'arc extérieur, c'est le violet qui est la couleur la plus élevée, et que dans l'arc intérieur, c'est le rouge. Il se forme quelquefois aussi un troisième arc, mais les couleurs en sont si faibles, qu'on peut à peine l'apercevoir.

Lorsque la lumière solaire traverse les globules d'eau qui forment le nuage, elle éprouve, en pénétrant dans ces globules, une véritable décomposition, et donne naissance aux couleurs très brillantes qui constituent l'arc-en-ciel. Chaque rayon, après

avoir pénétré dans un globule, se réfléchit en partie dans son intérieur, dont la surface est concave, mais sous une obliquité telle, qu'au lieu de sortir du globule, il se réfléchit encore dans son intérieur, et se trouvant alors moins oblique à la même surface, il en sort en se réfractant de nouveau, pour aller frapper l'œil de l'observateur convenablement placé. L'autre partie de ce rayon se réfléchit encore dans l'intérieur du globule; et l'on conçoit qu'il peut se faire ainsi une infinité de réflexions successives, à chacune desquelles il sort une petite portion de lumière, dont l'intensité est d'autant plus grande, que le nombre des réflexions a été plus petit. Mais, comme la lumière blanche se décompose, soit à son entrée dans le globule, soit à sa sortie, il en résulte que chaque portion de lumière, qui arrive à l'œil après avoir traversé un globule, lui donne la sensation des couleurs du spectre solaire.

Après que les rayons ont été réfléchis plusieurs fois dans l'intérieur du globule, ils font, en sortant, un certain angle avec leur direction primitive, c'est-à-dire que le rayon réfracté forme avec le rayon incident un angle constant pour les rayons de même nature qui pénètrent dans le globule sous la même incidence, et qui y subissent un nombre égal de réflexions, et que si l'incidence est différente, ou que le nombre de réflexions ne soit pas le même, cet angle varie. On démontre par le calcul que, pour un faisceau de rayons parallèles et de même nature, qui pénètre dans l'intérieur d'un globule et qui n'y subit qu'une seule réflexion, l'angle, à partir du rayon normal où il est nul, augmente graduellement jusqu'à un certain point, puis décroît jusqu'au rayon tangent à la sphère. Mais tous les rayons parallèles qui pénètrent dans le globule subissent des déviations qui ne diffèrent que très

peu entre elles, et qui restent par conséquent sensiblement parallèles après leur sortie, tellement que si un observateur se trouve dans la direction de ces rayons, il reçoit une sensation de couleurs très vives. Ceci s'applique également aux rayons qui subissent deux ou trois, et même un plus grand nombre de réflexions.

Ce que nous venons de dire ne s'applique pas à tous les rayons colorés. La limite que nous avons indiquée n'a lieu pour le rouge, qui, comme on sait, est le moins réfrangible de tous les rayons, que lorsqu'il sort après une seule réflexion, et qu'il fait, avec le rayon incident, un angle de 42° 2′; d'où l'on voit que cet angle varie jusqu'au rayon violet, qui est le plus réfrangible, et pour lequel il est de 40° 17′.

D'après cela, il est facile de comprendre comment se forment les bandes colorées de l'arc-en-ciel. Supposons un observateur ayant le dos tourné au soleil, et regardant un nuage composé d'une multitude de globules sphériques; chaque rayon envoyé par le soleil traversera chacun de ces globules, et parviendra ensuite à l'œil de l'observateur. Mais le rayon qui peut lui arriver est celui qui fait avec sa direction primitive le plus petit angle; c'est donc le rayon violet dont l'angle est de 40° 17′; et tous les globules d'eau qui se trouveront dans le même cercle qui a pour centre l'axe du faisceau incident, donneront à l'œil de l'observateur la sensation du violet, et formeront ainsi le violet de la première bande colorée. La même chose arrivera aux rayons rouges, dont l'angle formé par la direction du rayon réfracté avec le rayon incident, est égal à 42° 2′; ils donneront la sensation du rouge, et formeront la dernière bande colorée, c'est-à-dire le rouge. On observera les

cinq autres couleurs du spectre selon l'ordre de leur réfrangibilité. On voit, d'après cela, que la largeur du premier arc est la différence de 40° 17′ à 42° 2′, c'est-à-dire 1° 45′.

Au-delà des rayons rouges de la bande inférieure du premier arc, l'observateur ne recevra plus que ceux de ces rayons qui ont subi deux réflexions, et dont l'intensité est très faible. Ces rayons rouges formeront la première bande du second arc. L'observateur recevra de même les rayons violets après deux réflexions, et, entre ces deux couleurs extrêmes, apercevra les autres couleurs. Dans le cas de deux réflexions, l'angle du rayon rouge est égal à 50° 59′, et l'angle du rayon violet, égal à 54° 9′. D'où l'on voit que la distance du premier au second arc est mesurée par la différence de 42° 2′ à 50° 59′, soit 8° 57′. La largeur du deuxième arc est 54° 9′ — 50° 59′, ou 3° 10.

On peut, d'après cela, concevoir la formation d'un troisième arc, et même d'un quatrième, suivant que les rayons auront subi trois ou quatre réflexions. La largeur de chaque bande des arcs est déterminée par le diamètre apparent du soleil.

415. L'*achromatisme* a pour but de détruire les couleurs qui entourent les images des objets vus à travers des prismes. Si l'on prend deux prismes de même substance, et qu'on les joigne ensemble, de telle sorte que l'arrête de l'un soit en bas et celle de l'autre en haut, et qu'ensuite on fasse tomber un rayon solaire sur ce système, l'image du spectre solaire se formera, comme nous savons, de l'autre côté, mais les couleurs seront plus confuses qu'elles ne le seraient si l'on n'employait qu'un seul prisme, parce que la lumière décomposée, en sortant du premier prisme, se recompose en partie en traversant le second.

Si on emploie deux prismes de substances différentes, et dont la faculté dispersive soit plus forte dans l'un que dans l'autre, alors il arrivera que les rayons dispersés par le premier prisme seront rassemblés par le second, et on aura ainsi un *prisme achromatique*.

On parvient également à achromatiser les lentilles. Elles sont quelquefois formées d'un verre concave de flint-glass, et de deux verres convexes de crown-glass; quelquefois aussi, et c'est même le cas le plus ordinaire, elles sont composées d'un verre concave de flint-glass, et d'un verre biconvexe de crown-glass. Ces lentilles doivent être travaillées avec un grand soin; on ne leur donne pas les mêmes courbures, mais elles doivent être telles, qu'après la réfraction, tous les rayons colorés puissent se réunir en un seul point, qui est le foyer du système.

416. Tous les corps, lorsqu'ils sont réduits en lames excessivement minces, prennent les diverses couleurs du prisme. Ce phénomène est rendu très-visible dans les lames minces de mica (vulgairement *verre de Moscovie*), et dans les lames très minces de chaux sulfatée. Ces lames, suivant leur degré de minceur, présentent par réflexion telle ou telle couleur; mais elles ne sont jamais pures, c'est-à-dire simples comme celles du prisme.

417. Le soleil envoie à tous les corps la même lumière, et cependant les corps sont diversement colorés; donc ils décomposent la lumière, en absorbent une partie et réfléchissent l'autre. Nous attribuons à chaque corps la couleur des rayons simples qu'il renvoie vers nos yeux; ainsi un corps *jaune* est un corps d'une nature telle qu'il réfléchit les rayons jaunes, et qu'il absorbe tous les autres rayons composants de la lumière.

Les corps absolument *noirs* sont ceux qui absorbent la presque totalité des rayons de la lumière; ils seraient conséquemment invisibles, s'ils n'étaient environnés des corps colorés. Il n'y a que les corps *blancs* qui n'absorbent presque aucune partie de la lumière, et réfléchissent au contraire, à la fois, tous les rayons lumineux composants.

Newton explique la coloration des corps par la propriété qu'ont les molécules colorées de lumière de pénétrer jusqu'à une certaine profondeur, qui est très petite, ou d'être réfléchies à des épaisseurs différentes dans les corps. Il suppose les corps formés de molécules infiniment petites, laissant entre elles des intervalles, et pense que ces corps, par leur densité ou par leur nature, réfractent la lumière plus fortement que la matière qui se trouve dans les intervalles que laissent entre elles les molécules. Ainsi la lumière, en tombant sur les corps, se divise en deux parties : l'une traverse le corps en passant entre ses molécules, et l'autre traverse les molécules mêmes, et y éprouve une décomposition qui dépend de la forme et de l'épaisseur de ces molécules; si cette épaisseur est suffisante pour que les portions de lumière réfléchies par chaque molécule se composent des sept couleurs du spectre, le corps paraîtra blanc, soit par réflexion, soit par réfraction; mais si l'épaisseur n'est pas suffisante, il n'y aura que les rayons d'une espèce ou d'une autre de réfléchis, et le corps paraîtra coloré.

Cette hypothèse de Newton s'applique aux corps dont les couleurs sont changeantes, comme les plumes des oiseaux, certaines étoffes de soie, la nacre de perle, etc., suivant qu'on les regarde sous des obliquités différentes. Elle s'applique également aux corps qui présentent une couleur par ré-

flexion, et la couleur complémentaire par réfraction.

Mais si l'on veut expliquer la théorie des couleurs données par des lames minces, il faut admettre que quelques rayons colorés sont absorbés par les corps comme par l'effet d'une affinité chimique : dès lors on conçoit que la couleur qu'on voit par réflexion n'est plus complémentaire de celle donnée par réfraction; c'est en effet ce qui a lieu.

La lumière blanche, quoique décomposée en couleurs primitives, peut être reproduite, soit en ramenant toutes les couleurs simples dans la première direction, soit en les faisant toutes concourir au même point.

Cela peut se faire: 1° en réfléchissant le spectre par un miroir concave; 2° en recevant l'image du spectre sur une lentille; 3° en adaptant au volet d'une chambre noire un prisme à fenêtres, c. à d., un prisme creux en glace; chaque ouverture donne une image blanche ou colorée, selon que le prisme est lui-même vide ou rempli d'eau; 4° enfin, en faisant tourner rapidement un carton sur lequel on a collé des bandes de papier selon la période du spectre, chacune d'elles imitant une des couleurs solaires.

II.

MÉTÉOROLOGIE.

La Météorologie n'est plus la simple exposition des phénomènes qui se présentent accidentellement au milieu de l'atmosphère ; c'est une science immense qui s'occupe de classer et d'expliquer toutes les apparitions tant atmosphériques que terrestres, en les rapportant à des causes plus générales : le calorique, l'électricité, la lumière et le magnétisme.

418. On donne le nom d'*atmosphère* à *une épaisse enveloppe de gaz qui s'agite en tous sens autour de la terre, en même temps qu'elle la suit dans son mouvement orbitaire;* et d'abord nous allons examiner brièvement les phénomènes dont cette masse de gaz est la source.

419. *Les vents sont des mouvements plus ou moins violents qui s'exercent au sein de l'atmosphère et sur différents points, selon que la condensation de l'air s'est faite avec plus de rapidité et sur un plus grand espace.*

Ils sont *généraux*, quand la direction de leur courant est constante et que leur action se continue.

Ils sont dits *périodiques* ou *moussons*, quand ils soufflent pendant plusieurs mois et aux mêmes époques de l'année. Enfin, on les connaît sous le nom d'*irréguliers*, quand ils n'ont ni époque, ni durée, ni direction fixes.

La vitesse des vents varie considérablement : ainsi le vent le plus doux parcourt 0,40 de lieue

par heure, et le plus violent, celui qui renverse les édifices, peut en faire 36,62. Il n'est donc pas étonnant que sous la zône torride et dans les climats à haute température, les ouragans soient aussi désastreux et aussi fréquents.

La table suivante, extraite de l'annuaire du bureau des longitudes, donnera une idée exacte de ces différentes vitesses.

Vitesse par secondes. en mètres.	Vitesse par heure. en mètr.	en lieues.	
0,5	1,800	0,40	Vent à peine sensible.
1,0	3,600	0,81	Sensible.
2.0	7,200	1,62	Vent modéré.
5,5	19,800	4,45	Vent assez fort.
10,0	36,000	8,16	Vent fort.
20,0	72,000	16,20	Vent très fort.
22,5	81,000	17,35	Tempête.
27,0	97,200	22,04	Grande tempête.
36,0	104,400	29,33	Ouragan.
45,0	162,000	36,62	Ouragan qui renverse les édifices et déracine les arbres.

C'est à l'aide de l'*anémomètre* qu'on mesure la vitesse des vents par un temps calme ou pendant les ouragans. C'est un petit moulin s'orientant de lui-même par un mouvement très facile autour d'un axe vertical et d'une rame qui dirige en même temps les ailes contre le vent. Ses quatre ailes font tourner un axe horizontal à vis sans fin, qui engrène avec une roue verticale, et sur l'axe de cette roue est portée une sorte de pendule, vertical dans le calme parfait, et faisant un angle quelconque lorsque la roue tourne; enfin un poids, proportionné à l'étendue des ailes, est placé au bout de la tige de ce pendule et peut glisser selon sa longueur, dans une rainure où il est maintenu.

420. *Les trombes sont des tourbillons de neige, d'eau ou de sable, dont les effets aussi pro-*

digieux que terribles, se font sentir dans les contrées qui avoisinent la mer.

Tantôt on voit des nuages s'amonceler, se former en cône, descendre sur la terre, tourbillonner avec le bruit d'une bombe, puis se relever; tantôt on les voit prendre la forme d'une cheminée ou d'une ellipse; tantôt c'est une masse lumineuse qui semble déchirer les flancs d'un nuage, et que l'on voit s'élever et redescendre, puis s'échapper avec une rapidité effrayante, qui renverse tout ce qui s'oppose à son passage, lance des tourbillons de feu, de vapeurs, et roule avec le fracas du tonnerre. La force qui détermine ces phénomènes extraordires, n'est pas encore connue et l'on en est réduit, pour l'explication des trombes, à des conjectures, dont la plus vraisemblable paraît être de les considérer comme des tourbillons d'une excessive intensité.

421. La température de la surface du globe varie aux diverses époques de l'année et aux différentes heures de la journée. On appelle *température moyenne d'un jour* celle que l'on obtiendrait en ajoutant entre elles les observations faites à tous les instants de la journée, et en divisant cette somme par le nombre des instants.

L'expérience a montré que l'on obtient la température moyenne de la journée : 1° par des observations faites d'heure en heure, ajoutées entre elles et divisées par vingt-quatre ; 2° en prenant la moyenne des observations faites au moment du lever du soleil, à deux heures après-midi, et au coucher du soleil ; 3° en prenant la moyenne des deux températures *maximum* et *minimum* de la journée.

La température moyenne de l'année se déduit de la température moyenne de tous les jours, mais on

peut la déterminer aussi d'une manière très approximative : 1° en prenant seulement la moyenne du mois d'octobre; 2° en prenant la moyenne des températures correspondantes à une seule heure de la journée, qui, pour notre latitude, serait neuf heures du matin.

Enfin, la *température moyenne d'un lieu est la moyenne de toutes les températures annuelles.*

422. *Sous un même méridien, la température moyenne diminue en allant de l'équateur vers les pôles.*

Sur une même verticale la température diminue aussi avec l'élévation absolue.

Ainsi, la latitude et la hauteur au-dessus du niveau de la mer sont les deux causes générales qui déterminent la température moyenne d'un point quelconque de la terre ; mais l'influence de ces causes est modifiée par une foule d'influences accidentelles ou locales ; telles que la distance de la mer, le voisinage des montagnes, la nature du sol, sa culture et son inclinaison, la direction des vents, etc.

On appelle *lignes isothermes* celles qui passent par tous les points de la surface de la terre, pour lesquels la température moyenne est la même, et *zones* ou *bandes isothermes* l'espace compris entre deux lignes isothermes.

Or, ces lignes, loin de coïncider avec les parallèles à l'équateur, sont irrégulières et sinueuses ; car elles passent par des points dont les latitudes sont très différentes.

423. Nous avons traité ailleurs des phénomènes dépendants de la pression atmosphérique (293); nous n'y reviendrons pas ici.

424. L'atmosphère est toujours chargée d'une quantité plus ou moins grande de vapeur aqueuse;

circonstance qui donne lieu à plusieurs phénomènes météorologiques d'une grande importance.

L'hygromètre ou *hygroscope* est un instrument qui sert à constater les différents degrés d'humidité de l'air. On en connaît plusieurs; celui de *Saussure* se compose d'un cheveu parfaitement dessuinté, fixé à sa partie supérieure à l'aide d'une pince et roulé à l'inférieure autour d'un axe horizontal. A cet axe est attachée une aiguille dont les mouvements se mesurent sur un cercle gradué. Le cheveu étant ainsi tenu vertical par un contrepoids de quinze centigrammes, s'alonge d'autant plus que l'état hygrométrique de l'air est plus grand. Toutefois on ne peut obtenir la quantité absolue d'humidité qu'en déterminant la correspondance de la tension de la vapeur aux degrés de l'hygromètre.

L'état d'humidité de l'atmosphère est extrêmement variable. Dans notre climat, l'hygromètre marque en hiver des degrés de sécheresse qui varient de 5° à 25°; mais pendant les mois de l'été il oscille généralement entre 15° et 25°, et pendant certains jours il peut même monter à 80° ou 90°.

Quand l'indication hygrométrique n'excède pas 15°, nous sommes conduits par nos sensations à dire que l'air est humide; de 30° à 40°, nous commençons à le qualifier de sec; de 50° à 60°, la sécheresse nous semble grande; enfin de 70° et au-delà, elle est considérable. On peut ne trouver ni commode, ni salubre un lieu où il y a moins de 30° de sécheresse; cependant l'atmosphère d'un appartement chaud et habité a communément au-delà de 50°.

La disposition de l'air à recevoir l'humidité augmente rapidement à mesure que la température s'élève. La sécheresse de ce fluide, conservant une même quantité de vapeur aqueuse, est double cha-

que fois que la température s'élève de 15° centésimaux : ainsi, par exemple, au point de congélation, si l'air est capable de contenir une portion d'humidité représentée par 100° de l'hygromètre, à celle de 15°, il en contiendrait 200°; à celle de 30°, 400, et à 45° de la même échelle, 800 parties qui correspondent à la vingt-cinquième partie du poids total.

425. Examinons maintenant les phénomènes produits par la condensation de la vapeur aqueuse répandue dans l'atmosphère.

Le serein est une pluie fine qui tombe souvent sous un ciel sans nuages. Ce phénomène qui n'arrive dans nos climats que pendant l'été, vers le coucher du soleil, et qui est moins rare dans les régions équatoriales, n'est produit que par un léger abaissement de la température de l'air ; en sorte que la vapeur ne pouvant plus exister à une température où sa force de tension doit être moindre, se condense en partie sous forme de pluie.

426. Tous les phénomènes de la *rosée* ne sont que des conséquences des lois de l'hygrométrie et des lois du rayonnement nocturne.

Pendant les nuits calmes et sereines, l'air atmosphérique et tous les corps disposés à la surface de la terre se refroidissent par leur rayonnement vers les espaces célestes ; mais ce refroidissement est inégal, parce qu'il dépend du pouvoir rayonnant des corps, de leur conductibilité et de leur situation, par rapport aux objets voisins ; dans les circonstances les plus favorables, la température d'un corps peut tomber a 8 ou 10° au-dessous de celle de l'atmosphère. Or, toutes les fois que cet abaissement dépasse le point où la vapeur répandue dans l'air doit se condenser, les corps ainsi refroidis se couvrent de rosée, tandis que ceux dont le refroi-

dissement n'a pas atteint ce minimum, restent secs.

Si la rosée ne se forme pas lorsque le ciel est couvert de nuages, c'est que ceux-ci réfléchissent une partie de la chaleur rayonnée par la terre durant son refroidissement nocturne, et empêchent ainsi la température des corps placés à sa surface, de descendre notablement au-dessous de celle de l'atmosphère.

La production du givre et de la gelée tiennent à la même cause; par conséquent les circonstances qui favorisent la formation du givre et de la rosée doivent aussi favoriser la gelée.

Les *brouillards* ont encore la même origine; ils se forment aussi quand la tension de la vapeur ou sa force élastique est plus grande que le maximum de cette même force élastique correspondante à la température de l'air.

Tantôt ce phénomène dépend du refroidissement d'une masse d'air déjà saturée d'humidité; d'autres fois, de l'élévation de la température de l'eau au-dessus de celle de l'air.

427. Les *nuages* ne sont autre chose que des amas de brouillards plus ou moins épais, suspendus à diverses hauteurs dans l'atmosphère, quelquefois immobiles et le plus souvent emportés par les courants d'air ou par des vents impétueux. Tous les brouillards qui se forment à la surface de la terre, dans les lieux humides, au fond des vallées, sur les collines, autour des pics élevés ou des cimes neigeuses, deviennent des nuages lorsqu'ils sont entraînés par les vents sans être dispersés. Mais les nuages peuvent aussi avoir une autre origine; ils peuvent se former directement au milieu des airs, soit par la rencontre de deux vents humides inégalement chauds, soit par la condensation des vapeurs

qui s'élèvent en abondance dans des régions qui sont trop froides pour les contenir à l'état élastique. On admet en général que les vapeurs qui constituent les nuages sont des *vapeurs vésiculaires*, c'est-à-dire des amas de petits globules remplis d'air humide, tout-à-fait analogue aux bulles de savon.

428. La quantité de *pluie* qui tombe annuellement sur un même point de la terre est un élément météorologique, dont la détermination est très importante.

A Paris, cette quantité est, année moyenne, de 56 centimètres sur le sol, et seulement d'environ 50 à une élévation de 28 mètres au-dessus du sol.

L'instrument nommé *imbromètre* est employé à constater la quantité de pluie tombée dans un instant donné, connaissant d'ailleurs le rapport des surfaces que l'on compare. Sa construction est celle-ci : à l'extrémité supérieure d'un cylindre, on adapte un entonnoir évasé dont la pointe plonge dans ce même cylindre; à la partie inférieure du cylindre est aussi fixé un tube de verre courbé, et s'élevant verticalement et dans lequel le liquide se mettra de niveau. Ce tube porte des graduations dont la capacité est connue.

429. La neige le grésil et la grêle sont évidemment *de l'eau congelée ;* mais on ne sait pas si les nuages qui les fournissent, sont des vapeurs vésciulaires ou bien déjà des parcelles dans un commencement de congélation.

Le *verglas* se produit toutes les fois que l'air est assez chaud pour donner de la pluie et le sol assez froid pour la congeler. Dans les Alpes et dans les régions polaires de la Nouvelle-Shettland du Sud, on a vu quelquefois tomber de la neige rouge. Toutes les observations des chimistes et des naturalis-

tes, et sur-tout le travail de M. Baüer, confirment que cette couleur est due à de petits globules d'un champignon du genre *uredo*, attendu que sa végétation se développe si rapidement, qu'en très peu de temps la teinte rouge devient plus prononcée. Ce fait suffit pour nous éclairer sur ce que les anciens appelaient pluies de sang, de cendre et de manne.

430. On donne le nom d'*aérolithes*, de *météorolithes*, de *bolides*, etc., à des masses solides qui se précipitent des hautes régions atmosphériques à la surface de la terre. L'analyse chimique y a démontré plusieurs métaux : leur composition peut varier un peu; mais elles ont pour bases principales quelques éléments toujours identiques, comme le fer, le nickel, le chrôme, la silice et la magnésie.

On les distingue en *météorolithes métalliques* et *météorolithes pierreuses*. Les premières sont formées essentiellement de fer métallique, contenant une proportion plus ou moins grande de nickel (circonstance qui est caractéristique): on en connaît dont le poids est estimé à plus de 400 quintaux. Les *météorolithes pierreuses* ont toujours éprouvé à leur surface un commencement de fusion, et leur dureté est très considérable.

L'histoire et l'origine des aérolithes demeurent encore couvertes de ténèbres. Néanmoins les hypothèses ne nous manquent pas au sujet de leur formation; car les uns prétendent qu'elles sont lancées par les volcans de la lune dans la sphère de l'attraction terrestre; les autres, qu'elles existent toutes formées dans les espaces, qu'elles se meuvent avec une grande vitesse et qu'elles tombent sur notre planète quand son action sur elles est prédominante; d'autres enfin, les font sortir de nos volcans pour être jetées à de grandes hauteurs, et admettent qu'elles ne retombent qu'après plusieurs révolutions autour de la terre.

III.

CHIMIE.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

431. La CHIMIE est la branche des sciences naturelles qui traite de la *composition des corps et de l'action intime de leurs molécules les unes sur les autres*.

432. Les corps se divisent en deux groupes principaux : 1° ceux dont on ne peut extraire, par aucun moyen, des matières dissemblables entre elles, et dont par conséquent toutes les molécules sont identiques ; 2° ceux qui sont formés par l'union de particules de nature différente et dont on peut retirer des molécules hétérogènes. Les premiers sont désignés sous le nom de *corps simples* ou *élémentaires* ; les seconds, sous celui de *corps composés*.

Nomenclature chimique.

433. Les noms de corps simples sont indépendants de toute règle, et ne sont pas essentiellement significatifs (exemples : fer, cuivre, carbone, soufre, etc.). Ceux des corps composés sont au contraire formés d'après des règles fixes, et construits de manière à faire connaître la nature intime des substances qu'ils sont destinées à désigner. En général, ces mots ont pour base les noms des corps simples dont ces composés sont formés ; mais leur

construction varie suivant les proportions dans lesquelles ces corps simples sont unis, et suivant que le produit qui résulte de leur union jouit de telle ou telle propriété.

434. Lorsque deux corps simples se combinent, ils peuvent donner naissance à un composé acide, basique ou indifférent. Les *acides* ont, en général, un goût aigre et la propriété de rougir la teinture de tournesol ; mais ce qui les caractérise essentiellement c'est la faculté de s'unir aux composés basiques, et de se porter au pôle positif lorsqu'on détruit ces combinaisons par l'action de la pile galvanique. Les *composés basiques* n'ont pas de goût aigre et se portent, au contraire, au pôle négatif de la pile, lorsqu'on les sépare de leur combinaison avec les acides, au moyen de l'électricité. Enfin, les *composés indifférents* sont ceux qui ne jouent jamais le rôle de base ni d'acide, ou qui, dans beaucoup d'occasions, remplissent l'un et l'autre de ces rôles, mais d'une manière peu énergique. Quelques auteurs appellent encore les premiers, des corps *singuliers*.

435. Les composés basiques ou indifférents sont, en général, désignés par un nom formé par la réunion des racines des noms appartenants à leurs éléments constituants. Ainsi, toutes les substances de cette nature qui sont composées d'oxygène et d'un autre corps simple, sont appelés *oxydes de* ..... On dit par conséquent oxyde de carbone, oxyde de fer, oxyde de cuivre, etc., pour désigner les corps non acides formés par de l'oxygène et du carbone, du fer, du cuivre, etc. Ceux qui sont formés par du chlore, du soufre, du phosphore, et unis à d'autres corps simples, sont appelés *sulfures*, *phosphures*, *chlorures*, *iodures*, etc. Enfin, toutes les fois que deux ou plusieurs de ces produits résultent de la combinai-

son des mêmes éléments, en proportions différentes, on indique ces différences de composition, en plaçant devant le nom du composé un numéro d'ordre; ainsi on appelle *protoxyde* ou *proto-sulfure* celui qui renferme le moins d'oxygène ou de soufre; *deutoxyde* ou *deuto-sulfure*, celui qui en renferme davantage; *tritoxyde*, celui qui en contient encore plus; et *per-oxyde* ou *per-sulfure*, celui qui renferme le maximumd'oxygène ou de soufre.

Les corps formés par l'union de deux ou plusieurs métaux font exception à ces règles. On ne dit pas zincure de cuivre, pour désigner les composés de zinc et de cuivre, mais bien *alliage* de zinc et de cuivre; et encore cela présente-t-il des exceptions, car les composés de mercure et d'un autre métal s'appellent des *amalgames*.

Les noms des acides sont toujours précédés de ces racines, et leur mode de terminaison varie suivant les proportions dans lesquelles leurs éléments se trouvent combinés. Lorsque ces substances sont formées par de l'oxygène uni à un corps simple quelconque, on ne fait pas entrer la racine du mot oxygène dans leur nom; ainsi, pour l'acide formé par de l'oxygène et du carbone, on dit seulement *acide carbonique*; mais, lorsque ces corps ne renferment pas d'oxygène, on compose leur nom avec les racines des noms de tous leurs éléments; par exemple, on appelle l'acide formé d'hydrogène et de chlore *acide hydro-chlorique*, celui que forme le fluor et le bore *acide fluo-borique*, etc.

436. Les diverses proportions dans lesquelles les éléments constituant des acides entrent dans la composition de ces corps, sont également indiquées par les noms qu'on leur donne. Lorsque l'oxygène ne peut former, avec un autre corps simple, qu'un seul acide, on donne au nom de celui-ci la terminaison

ique ; exemple : *acide borique ;* mais lorsque les mêmes corps peuvent former plusieurs acides, on réserve la terminaison en *ique* pour le nom de celui qui renferme la proportion la plus forte d'oxygène, et on termine en *eux* le nom de celui qui est moins riche en oxygène ; ainsi on dit *acide sulfurique* et *acide sulfureux* , pour désigner les deux acides composés d'oxygène et de soufre. Enfin lorsqu'il existe un acide moins oxygéné que celui dont le nom se termine en *eux*, on l'en distingue en faisant précéder son nom du mot *hypo ;* on fait de même pour les acides dont la composition est intermédiaire entre les acides en *eux* et en *ique*. Ainsi on appelle *acide hyposulfureux* un composé acide renfermant moins d'oxygène que l'acide sulfureux, et acide *hyposulfurique,* un quatrième composé d'oxygène et de soufre, qui renferme moins d'oxygène que l'acide sulfurique, et plus que l'acide sulfureux.

437. Les composés produits par les bases et les acides sont désignés d'une manière générale par la dénomination de *sels ;* et leurs noms sont formés par la réunion de ceux de leurs principes constituants : le nom de l'acide détermine le genre du sel, et celui de la base, l'espèce. Ainsi tous les sels formés par l'acide sulfurique sont appelés *sulfates*, et on dit *sulfate de potasse*, *sulfate de soude*, *sulfate de magnésie* , etc. , suivant que le sel a pour base la potasse, la soude ou la magnésie. Toutes les fois que le nom de l'acide se termine en *ique*, cette terminaison se change en *ate* pour le sel correspondant, et lorsqu'il se termine en *eux*, elle devient *ite*. Ainsi l'acide sulfurique forme des sulfates, l'acide sulfureux des sulfites, l'acide hyposulfurique des hyposulfates, et l'acide hyposulfureux des hyposulfites.

Lorsque le même corps peut donner naissance à plusieurs oxydes ont fait entrer leur numéro d'ordre dans le nom du sel qu'ils forment, exemples : *sulfate de protoxyde de fer, sulfate de peroxyde de fer*, etc. Enfin, pour indiquer les proportions respectives de la base et l'acide, on ajoute au nom du sel l'épithète de *neutre*, *sous*, *sur*, etc.

Les *sels neutres* sont ceux dont l'acide et la base sont dans les proportions convenables, pour que les propriétés de l'un et de l'autre de ces composants soient masquées ; ainsi, un sulfate qui ne conserve ni propriétés acides, ni propriétés basiques, est un *sulfate neutre*; si au contraire l'acide y prédomine on l'appelle, *sulfate acide* ou *sursulfate*, et mieux *bisulfate*, quelquefois *trisulfate* ou *quadrisulfate*, suivant qu'il renferme deux, trois ou quatre fois autant d'acide que le sulfate neutre. L'excès de base constitue ce que l'on nomme des *sous-sels*, tels que sous-carbonates, sous-sulfates, etc. ; et lorsqu'on veut indiquer la proportion des composants, d'une manière encore plus rigoureuse, on peut le faire en désignant la quantité de base de la manière suivante : *sulfate bibasique de.....* pour le sulfate renfermant deux fois autant de base que le sel neutre ; sulfate tribasique, etc.

On voit donc que la construction des noms des sels est telle qu'ils indiquent, 1° l'acide et la base dont ces corps sont formés ; 2° la composition élémentaire de chacune de ces substances ; 3° la proportion de la base et de l'acide.

438. Telles sont les principales bases de la nomenclature chimique pour ce qui concerne le règne inorganique ; mais pour les substances végétales et animales, on a été obligé de se servir, en général, d'un système tout différent. En effet, la plupart de ces corps sont formés par les mêmes éléments, et

par conséquent il était impossible d'indiquer par leurs noms leur composition respective. Mais pour que leurs dénominations soient encore plus significatives, on nomme les substances qui les fournissent. Ainsi, pour l'acide renfermé dans le citron, on dit *acide citrique*, pour celui de l'oseille *acide oxalique*, etc. Lorsque ces corps peuvent jouer le rôle de bases, on donne le plus souvent à leur nom une terminaison en *ine*, ainsi on appelle *morphine* la base organique contenue dans l'opium. Mais on a donné des noms semblables à beaucoup de corps indifférents; et jusqu'ici la nomenclature de la chimie organique n'a eu aucune règle fixe.

Combinaisons chimiques.

439. La force qui maintient unie les molécules des corps simples ou les particules intégrantes d'un corps composé, ne diffère pas de l'attraction générale et porte le nom de *cohésion* (269). Mais la force qui détermine l'union des molécules hétérogènes et qui produit les combinaisons chimiques, est d'une autre nature ; elle est appellée *affinité*, et paraît être une conséquence de l'état électrique propre aux molécules des corps.

En effet, les phénomènes qui accompagnent la combinaison chimique de deux corps qui s'unissent, ont la plus grande analogie avec ceux qui se produisent lorsque les deux électricités de nom contraire se combinent. Sous l'influence de deux sources d'électricités de nom contraire, tous les corps composés se trouvant détruits et ramenés à leurs éléments, l'un de ceux-ci se porte au pôle négatif et l'autre va se rendre au pôle positif. Enfin on a constaté aussi qu'au moment où toute combinaison s'effectue, il y a dégagement d'électricité. Ces faits prouvent que le dévoloppement

des forces chimiques coïncide toujours avec un développement de forces électriques, et en attribuant tous ces phénomènes aux dernières, on peut les expliquer d'une manière tout-à-fait satisfaisante.

Dans cette théorie que l'on désigne sous le nom de *théorie électro-chimique*, on suppose que les molécules des corps, ont une électricité qui leur est propre et dont elles ne peuvent jamais se séparer, et qu'ils sont entourés d'une atmosphère d'électricité de nom contraire. En admettant cette hypothèse, il devient évident que lorsque deux molécules possédant des électricités différentes, se rapprochent, leurs atmosphères, en se combinant pour former des fluides neutres, doivent produire de la chaleur etc.; et qu'ensuite ces molécules elles-mêmes seront attirées l'une par l'autre, et resteront unies tant qu'une force électrique supérieure ne viendra pas changer leur état.

440. Ainsi, dans toute combinaison chimique, les molécules de l'un des corps agissent comme si elles étaient douées de propriétés électriques positives, et celles de l'autre comme s'ils avaient inhérentes en elles de l'électricité négative. On appelle les premières, les *éléments électro-positifs*, et les dernières, les *éléments électro-négatifs*. Lorsqu'on les sépare au moyen de forces électriques supérieures (la pile galvanique, par exemple), ceux-ci se rendent au pôle positif, tandis que l'élément électro-positif va au pôle négatif.

441. Dans toutes les combinaisons salines, c'est l'acide qui joue le rôle de l'élément électro-négatif, et la base celui de l'élément électro-positif; mais il est des corps qui sont alternativement positifs ou négatifs, suivant qu'ils se combinent avec tel ou tel corps. Ainsi, le protoxyde de plomb joue le

rôle de base ou d'élément électro-positif, lorsqu'il se combine avec les acides; et lorsqu'il s'unit avec les alcalis il joue au contraire celui d'acide ou d'élément électro-négatif.

L'oxygène est électro-négatif par rapport à tous les autres corps simples. Le soufre est positif par rapport à lui; mais par rapport à tous les autres corps il devient négatif comme l'oxygène. Le potassium et le sodium sont au contraire positifs avec tous les autres corps. Voici la liste des corps simples rangés suivant leurs propriétés électro-chimiques par Berzelius; chaque corps y est placé de manière à suivre ceux avec lesquels il joue le rôle d'élément positif, et à précéder tous ceux avec lesquels il joue le rôle opposé.

1. Oxygène.
2. Soufre.
3. Azote.
4. Fluor.
5. Chlore.
6. Brôme.
7. Iode.
8. Sélénium.
9. Phosphore.
10. Arsenic.
11. Chrôme.
12. Molybdène.
13. Tungstein.
14. Bore.
15. Carbone.
16. Antimoine.
17. Tellure.
18. Tantale.
19. Titane.
20. Silicium.
21. Hydrogène.
22. Or.
23. Osmium.
24. Iridium.
25. Platine.
26. Rhodium.
27. Palladium.
28. Mercure.
29. Argent.
30. Cuivre.
31. Urane.
32. Bismuth.
33. Étain.
34. Plomb.
35. Cadmium.
36. Cobalt.
37. Nickel.
38. Fer.
39. Zinc.
40. Manganèse.
41. Cérium.
42. Thorium.

43. Zirconium.
44. Aluminium.
45. Yttrium.
46. Glucinium.
47. Magnesium.
48. Calcium.
49. Strontium.
50. Barium.
51. Lithium.
52. Sodium.
53. Potassium.

442. L'affinité des différents corps entre eux, ou la tendance qu'ils ont à s'unir, n'est pas absolue, mais varie suivant les circonstances où ils sont placés. Ainsi, une foule de corps, qui ont entre eux une grande affinité à la température ordinaire, ne peuvent plus rester unis lorsqu'on les soumet à l'action de la chaleur.

Les combinaisons chimiques ne peuvent jamais s'effectuer, si au moins l'un des deux corps que l'on veut faire réagir, n'est pas à l'état liquide ou gazeux. Ainsi, deux solides qui auraient entre eux la plus grande affinité, ne s'uniraient pas tant qu'ils resteraient à cet état.

Les principales circonstances qui influent sur la tendance que les corps ont à s'unir entre eux, sont : 1° leur état électrique; 2° leur température; 3° les combinaisons dans lesquelles ils peuvent être déjà engagés; 4° leur cohésion; 5° leur densité ou pesanteur spécifique; 6° la pression à laquelle on les soumet

Théorie atomique.

443. Une foule de considérations qu'il serait trop long d'énumérer ici, conduisent à faire penser que tous les corps sont formés de particules très petites, qui en se réunissant par simple juxta-position aux particules d'un autre corps, et sans éprouver aucune altération, donnent naissance aux combinaisons chimiques. On donne à ces particules le nom d'*atomes*.

444. Lorsque deux corps se combinent et ne sont pas simplement mêlés, ils s'unissent toujours dans des proportions déterminées; et un même corps composé est toujours formé par la même quantité relative de chacun de ses éléments. C'est ce que l'on exprime d'une manière générale en disant que *les combinaisons chimiques n'ont lieu que dans des proportions fixes*.

En admettant l'existence des atomes dont il vient d'être question, on voit donc que tout corps composé doit être formé en dernière analyse de particules résultant de l'union d'un ou de plusieurs atomes de l'un des éléments, avec un nombre déterminés d'atomes de l'autre élément, et que les petits groupes ainsi formés, doivent constituer à leur tour autant d'atomes du corps composé.

445. Il arrive souvent que deux corps peuvent s'unir en diverses proportions, et former ainsi plusieurs composés. Mais pour peu qu'ils aient entre eux une affinité un peu forte, le nombre de ces combinaisons est très limité, et, dans la nature inorganique au moins, elles n'ont jamais lieu d'une manière irrégulière. On observe, au contraire, qu'il existe constamment un rapport très simple entre les diverses proportions dans lesquelles ces corps s'unissent, et que ces quantités sont des multiples très simples les uns des autres. En effet, l'un des éléments étant pris comme quantité fixe, l'autre élément variera seulement dans les rapports simples 1, 2, 3, 4, 5; mais très rarement au-delà. Il s'en suit que si dans le premier de ces composés, le corps A s'unit avec le corps B atome à atome, il y aura dans les composés suivants un atome de A uni à deux atomes de B; puis à trois atomes de B, et ainsi de suite.

Le cuivre, par exemple, peut former avec l'oxy-

gène trois composés différents, et dans ces divers composés, une quantité déterminée de métal est unie à des quantités d'oxygène qui sont entre elles dans les rapports de 1, 2 et 3. En effet, le protoxyde de cuivre contient 791 parties de cuivre et 100 parties d'oxygène, le deutoxyde 791 parties de cuivre et 200 d'oxygène, et le tritoxyde 791 parties de cuivre pour 300 d'oxygène.

Les combinaisons d'azote et d'oxygène fournissent un exemple encore plus remarquable de cette *loi des proportions multiples*. Ces corps forment cinq composés, et si l'on prend les proportions de celui qui renferme le moins d'oxigène pour unité, on voit que dans tous les autres, la quantité d'oxygène suit une progression arithmétique; pour s'en convaincre, on n'a qu'à jetter les yeux sur le tableau suivant :

Protoxyde d'azote. .	Azote	88,5	Oxygène	50
Deutoxyde d'azote..	»	88,5	»	100
Acide hyponitreux..	»	88,5	»	150
Acide nitreux. . . .	»	88,5	»	200
Acide nitrique.. . .	»	88,5	»	250

Quelquefois cette progression est moins régulière, et les diverses proportions de l'un des éléments du composé sont dans les rapports de 1 à 1 et demi, 2 à 2 1/2 ou bien 1, 2, 2 et demi 1 et 3. C'est ce qui a lieu pour les composés de soufre et d'oxygène qui sont au nombre de quatre; l'acide hyposulfureux renferme 100 parties d'oxygène (en poids) pour 201 de soufre, l'acide sulfureux 200 d'oxygène, l'acide hyposulfurique 250 et l'acide sulfurique 200 pour la même quantité de soufre.

446. D'après ce que nous venons de dire, il est évident que si l'on connaissait le nombre relatif d'atomes qui entrent dans l'un de ces composés, on

pourrait en déduire leurs poids respectifs, et calculer le nombre d'atomes contenus dans les autres composés de la même série. Si le protoxyde d'azote, par exemple, était composé d'oxygène et d'azote unis atome à atome, il s'ensuivrait que le deutoxyde serait formé d'un atome d'azote et de deux atomes d'oxygène, et ainsi de suite ; d'un autre côté, cent parties en poids d'oxygène s'unissant à 88,5 poids d'azote pour former ce même protoxyde, on saurait aussi que le poids d'un atome d'azote est à celui d'un atome d'oxygène, comme 88,5 est à 100. Mais si nous n'avions pas d'autres bases pour établir nos calculs, elles seraient par trop hypothétiques, car rien ne prouverait que le composé en question n'est pas formé par cinq atomes d'azote unis à un d'oxygène, et que l'acide nitrique n'est pas composé de 1 atome d'oxygène et de 1 atome d'azote, ou bien encore le premier de 2 atomes d'azote unis à 1 atome d'oxygène, et ce dernier de 2 atomes d'azote et de 3 atomes d'oxygène ; en effet, les rapports seraient toujours les mêmes.

Mais dans plusieurs cas il est possible d'arriver, sinon avec certitude, du moins avec de grandes probabilités, à la solution de cette question. En effet, divers faits de physique ne permettent guère de douter que dans tous les gaz les atomes ne soient également éloignés entre eux. Un volume déterminé de tout gaz doit donc contenir un même nombre d'atomes, et il suffira de comparer leur pesanteur spécifique ou densité pour connaître leur poids atomique, et de comparer les volumes qui s'unissent dans telles ou telles combinaisons, pour apprécier les rapports atomiques des éléments du composé ainsi formé.

Ainsi, le poids d'un volume d'azote est à celui d'un volume d'oxygène comme 88,5 est à 100 ; le

poids de leurs atomes doit être par conséquent dans le même rapport, et puisque 88,5 d'azote ne prennent que 250 d'oxygène pour former l'acide nitrique, il en résulte que ce corps doit être composé d'un atome d'azote uni à 2 atomes 1/2 d'oxygène, ou de 2 atomes d'azote et de 5 atomes d'oxygène; et en effet, l'expérience a montré que ce corps résultait de l'union d'un volume d'azote et de 2 1/2 d'oxygène.

Quant au poids de l'atome composé qui naît de l'une de ces combinaisons, il est évident qu'il doit être égal à la somme du poids de tous les atomes élémentaires qui entrent dans sa composition. Ainsi, le poids atomique de l'oxygène étant 100 et celui de l'azote 88,5, le poids atomique de l'acide nitrique, qui renferme cinq atomes du premier et deux du second, doit être $500+177,8=677,8$.

447. Il est une autre manière d'arriver à l'évaluation du poids de l'atome des divers corps: si l'on compare entre elles deux séries différentes de combinaisons, celles de l'oxygène avec les métaux et celles du soufre avec ces mêmes corps, par exemple, on voit qu'il existe des rapports constants et très remarquables entre les proportions suivant lesquelles ces éléments se réunissent. Ainsi dans l'oxyde d'argent, 100 parties d'oxygène sont unies à 1351 parties d'argent, et dans le sulfure d'argent, 201 parties de soufre sont combinées avec la même quantité de métal; le même rapport de composition se remarque entre tous les autres oxydes et sulfures correspondants. Partout la quantité de métal qui prendrait cent parties d'oxygène pour se transformer en oxyde, prend deux cent une parties de soufre pour former un sulfure. Il en résulte que pour changer un sulfure en un oxyde, il faudrait remplacer le soufre par la moitié de son poids

d'oxygène. Il en est de même pour les autres composés. Lorsqu'un élément quelconque se substitue à un autre dans sa combinaison avec un troisième corps, sa quantité est toujours proportionnelle à celle du corps dont il prend la place, et cette proportion est constante pour chacun d'eux ; c'est ce que l'on désigne sous le nom de *loi des équivalents chimiques*.

Or, dans ces décompositions, c'est toujours un nombre déterminé d'atomes du nouveau corps qui doit venir prendre la place du corps auquel il se substitue dans la combinaison nouvelle ; et l'analogie nous apprend que, dans la plupart des cas au moins, le nombre de ces atomes doit être égal à celui des atomes déplacés, ou bien être dans un rapport très simple avec lui. Il s'en suit que le nombre qui représente la quantité d'un corps équivalent à une quantité déterminée d'un autre corps, doit dépendre du rapport qui existe entre le poids de leurs atome set peut servir à nous le faire connaître.

Ainsi, nous avons vu que dans les combinaisons de l'argent avec l'oxygène et avec le soufre, 201 parties de ce dernier corps s'unissent avec la même quantité d'argent que 100 parties d'oxygène ; on peut donc en conclure que le poids d'un atome de soufre est à celui d'un atome d'oxygène comme 201 est à 100, ou bien la moitié ou un multiple très simple de ce nombre, suivant qu'on admet que c'est un atome de soufre qui correspond à un atome d'oxygène, ou deux atomes du premier à un du second, ou bien le contraire.

448. L'espace nous manque ici pour faire l'exposé des motifs qui peuvent déterminer les chimistes à accorder la préférence à l'une ou à l'autre de ces suppositions, sur lesquelles, du reste, tous ne s'accordent pas. Ce que nous avons dit nous paraît suffire

pour donner une idée de ce que l'on entend par le *poids atomique d'un corps*.

Nous nous bornerons à ajouter que, pour introduire plus de clarté et de concision dans les espèces de formules par lesquelles on représente la composition atomique des diverses substances, on est convenu de désigner les corps élémentaires par la lettre initiale de leur nom. Ainsi, pour dire que l'acide sulfurique est composé d'un atome de soufre et de trois atomes d'oxygène, on dira que l'acide sulfurique $= S.O^3$.

Voici le tableau de ces abréviations et des nombres atomiques qui correspondent à chacun d'eux.

CORPS SIMPLES NON MÉTALLIQUES.

NOMS des CORPS SIMPLES.	SIGNES.	POIDS ATOMIQUES d'après Berzelius.	d'après Dumas.
Oxygène. . . .	O.	100,000	100,00
Hydrogène. . .	H.	6,239	6,24
Fluor.	F.	116,900	116,90
Chlore.	Ch.	221,326	221,32
Brôme.	Br.	489,153	466,40
Iode.	I.	789,750	783,35
Soufre.	S.	201,165	201,16
Sélénium.. . .	Se.	494,583	494,60
Phosphore. . .	P.	196,143	494,60
Azote.	Az.	88,518	196,14
Arsenic.	As.	470,042	470,12
Bore.	B.	136,204	67,99
Silicium. . . .	Si.	277,312	92,60
Carbone. . . .	C.	76,438	37,66

MÉTAUX.

NOMS des CORPS SIMPLES.	SIGNES.	POIDS ATOMIQUES. d'après Berzelius.	d'après Dumas.
Potassium. . .	K.	489,926	487,91
Sodium.	Na.	290,897	290,92
Lithium. . . .	L.	80,375	127,80
Barium.	Ba.	856,880	856,93
Strontium. . .	St.	547,285	547,30
Calcium. . . .	Ca.	256,019	256,03
Magnesium. .	Mg.	158,352	158,36
Yttrium. . . .	Y.	402,514	402,57
Glucinium. . .	G.	331,261	331,28
Aluminium. . .	Al.	171,166	171,66
Zirconium. . .	Z.	420,201	420.21
Manganèse. . .	Mn.	355,887	355.78
Zinc.	Zn.	403,675	403,22
Fer.	Fe.	339,205	339,21
Étain.	Sn.	735,294	735,29
Cadmium. . .	Cd.	696,767	696,77
Cobalt.	Co.	368,991	369,00
Nickel.	Ni.	369,675	369,75
Chrôme. . . .	Chr.	351,815	351,86
Molybdène. . .	Mo.	598,520	598,86
Tungstène. . .	W.	1183,000	1183,20
Tantale. . . .	Ta.	1153,715	1152,87
Antimoine. . .	Sb.	806,452	806;45
Cérium.	Ce.	574,696	
Urane.	U.	2711,358	2711,36
Titane.	Ti.	303,662	398,10
Bismuth. . . .	Bi.	1330,377	1330,40
Cuivre.	Cu.	396,698	395,69
Tellure.	Te.	806,452	403,22
Plomb.	Pb.	1294,498	1294,50
Mercure. . . .	Hg.	1265,823	632;90
Osmium. . . .	Os.	1244,487	
Rhodium. . . .	R.	651,387	750,60
Argent.	Ag.	1357,607	1350,61
Palladium. . .	Pd.	665,899	703,70
Or.	Au.	1243,013	1243,00
Platine.	Pt.	1233,499	1215,23
Iridium. . . .	Ir.	1233,499	

449. Les poids atomiques que nous emploierons dans ce resumé, sont ceux que M. Dumas, professeur de chimie à la Faculté des Sciences, a adoptés. Ainsi, lorsque nous dirons que l'acide nitrique $= Az^2.O^5.$, cela veut dire qu'il est composé de deux atomes d'azote, ou de 177,04 de ce corps, et de cinq atomes, ou 500,00 parties d'oxygène. Voici quelques autres exemples de la traduction de ces formules.

Oxyde de carbone $= C^2.O.$ (c'est-à-dire deux fois 37,66, ou 75,32, de carbone pour 100 d'oxygène.)

Acide carbonique $=$ C.O. ou 37,66, de carbone pour 100 d'oxygène.

$C.O^2.+Na.O.=$ 2 at. d'acide carbonique combinés à 1 at. d'oxyde de sodium; or, 1 at. d'ac. carbonique étant composé de 37,66 de carbone et de 100 d'oxygène, son poids atomique doit être 137,66; et 1 at. d'oxyde de sodium étant formé de Na. $=$ 290,92, et O. $=$ 100, son poids est de 390,92. Donc le carbonate de soude est composé de : acide carbonique 275,33 et soude 390,92, et son poids atomique est 666,25; ou bien, ce qui revient au même, 100 de ce sel renferment 41,43 d'acide et 58,57 de base. Le bicarbonate de soude $=$ 4C.O.+ Na. O.; il renferme donc deux fois autant d'acide carbonique que le précédent, c'est-à-dire 551,32 de cet acide pour 390,92 de base.

A. CHIMIE INORGANIQUE,

OU CHIMIE MINÉRALE.

450. La chimie inorganique ou minérale est la branche de la chimie générale qui traite des corps simples et des corps composés qui peuvent se former indépendamment de l'influence de la vie.

*

451. Les corps se divisent en deux classes, savoir : les *corps simples non métalliques* et les *métaux ;* mais cette distinction est souvent difficile à établir, et il est plusieurs substances dont les caractères sont si ambigus, que les différents auteurs ne s'accordent pas sur la place qu'on doit leur assigner. Ainsi, M. Thénard admet dix corps simples non métalliques (l'oxygène, l'hydrogène, le bore, le carbone, le phosphore, le soufre, le sélénium, l'iode, le chlore et l'azote) ; tandis que M. Berzelius range le sélénium parmi les métaux. M. Dumas, au contraire, place dans la division des corps simples non métalliques, non-seulement tous ceux que M. Thénard regarde comme tels, mais aussi l'arsenic et le silicium. Enfin, M. Orfila a cru devoir former, parmi les corps simples, une troisième division, pour recevoir le silicium et le zirconium.

Dans ce résumé, nous suivrons la marche adoptée dans le traité de chimie de M. Dumas.

Des corps simples non métalliques et de leurs combinaisons.

Oxygène. (Poids atomique = 100.)

452. Ce corps est un des éléments constituants de l'air atmosphérique, de l'eau, de presque toutes les substances organiques et d'une foule de corps inorganiques ; il est indispensable à la respiration des animaux, et la plupart des cas de combustion sont dus à sa combinaison avec les corps combustibles. Il fut découvert en 1774, par Priestley, mais c'est à Lavoisier que l'on doit la connaissance de la plupart de ses propriétés. Son nom lui fut donné à

l'époque où l'on croyait qu'il faisait partie de tous les acides, et signifie *générateur des acides*.

Lorsque l'oxygène n'est pas combiné à d'autres corps, il est toujours gazeux, incolore, insipide et inodore; sa densité, ou poids spécifique, est de 1,1026, celle de l'air étant prise pour unité. Il est facile à reconnaître, car il ne se dissout pas sensiblement dans l'eau, et il anime avec une grande force la combustion des corps en ignition que l'on y plonge, propriété que le gaz protoxyde d'azote seul possède en commun avec lui; mais celui-ci se dissout dans deux fois son volume d'eau.

On prépare le gaz oxygène en chauffant au rouge, dans une cornue de grès, du peroxyde de manganèse ($Mn.O^2.$), qui, à cette température, se transforme en deutoxyde ($Mn^2.O^4.$), et perd ainsi le tiers de son oxygène. On peut aussi obtenir ce gaz en décomposant par la chaleur, du chlorate de potasse $Ch.O5.+K.O.$), qui se tranforme en chlorure de potassium ($Ch.K.$) et dégage l'oxygène qui entrait dans la composition de son acide et de sa base ($=O^6.$).

453. L'oxygène à l'état gazeux peut se combiner avec la plupart des corps simples; et à l'état naissant, il n'y a que le fluor avec lequel il ne puisse pas s'unir. Dans toutes ces combinaisons, il joue le rôle d'élément électro-négatif, et par conséquent, lorsqu'on les détruit par l'action de la pile galvanique, il se porte au pôle positif. Les composés ainsi formés, jouissent de différentes propriétés et peuvent être classés de la manière suivante: 1° les *oxydes acides*, qui sont susceptibles de se combiner avec les bases et d'en détruire les caractères, tandis qu'ils ne peuvent pas se combiner avec les acides, ou du moins n'en masquent pas les propriétés; 2° les *oxydes*

basiques, qui peuvent saturer complétement les acides et ne se combinent que mal avec les bases, ou du moins n'en détruisent pas les caractères en s'unissant à elles ; 3° les *oxydes indifférents*, qui peuvent jouer à la fois le rôle d'acide avec les bases puissantes, et celui de base avec les acides énergiques ; 4° les *oxydes singuliers*, qui ne peuvent s'unir ni aux acides ni aux bases.

On est aussi dans l'habitude de ranger parmi les oxydes certains corps qui devraient en être distingués, et qui sont des combinaisons analogues aux sels formés par l'union de deux oxydes du même corps : on les appelle des *oxydes salins*.

Lorsque l'oxygène forme avec le même corps plusieurs combinaisons, ce sont, en général, celles qui renferment le moins d'oxygène qui sont basiques, et les plus oxygénées qui sont acides. Avec les corps simples métalliques il ne forme jamais d'oxydes basiques, mais bien des oxydes acides, indifférents ou singuliers ; avec l'hydrogène, il donne naissance à un composé essentiellement indifférent (l'eau); et avec tous les autres corps simples non métalliques (excepté le fluor), il forme au moins un acide ; en général, ces acides sont composés de deux atomes de base et de trois ou de cinq atomes d'oxygène (les acides formés par le soufre, le silicium et le carbone ne sont pas dans ce cas), et lorsqu'il existe deux ou plusieurs de ces acides ayant la même base, celui qui renferme le plus d'oxygène est presque toujours le plus puissant (exceptions : acide oxalique = $C^2.O^3$. et acide carbonique = C.O.).

Avec les métaux, l'oxygène tend plutôt à former des oxydes basiques, et ne donne naissance qu'à un très petit nombre d'acides. Tous les oxydes métalliques essentiellement basiques (excepté celui de

bismuth) sont composés de 1 atome d'oxygène et de 1 atome de métal; on ne connaît que trois oxydes ayant cette composition, qui soient indifférents ou singuliers, et aucun n'est acide. Les oxydes indifférents sont, en général, formés de 2 atomes de métal et de 3 atomes d'oxygène; la plupart des oxydes singuliers ont le même mode de composition, ou bien sont formés de 1 atome de métal et de 2 atomes d'oxygène; enfin les oxydes acides sont presque tous composés de 2 atomes de métal unis à 3, 5 ou 7 atomes d'oxygène; quelques-uns cependant sont formés de 1 atome de métal, et de 2 ou 4 atomes de métal. Quant aux oxydes salins, ils sont en petit nombre.

Voici le tableau des principales combinaisons binaires de l'oxygène : on y trouvera aussi la formule représentant la composition atomique de chacun de ces corps et l'indication de la catégorie à laquelle ils appartiennent.

CORPS SIMPLES NON MÉTALLIQUES.

Nom du corps électro-positif.	Nom du composé.	Formule du composé.	Propriétés élect.-chim. du composé.
Hydrogène.	Eau (ou protoxyde).	$H^2.O.$	Indif.
	Eau oxygénée ou deutoxyde.	$H.O.$	Sing.
Chlore. . .	Euchlorine ou protoxyde ?		
	Oxyde de chlore.	$Ch.O^2.$	Sing.
	Acide chlorique.	$Ch^2.O^5.$	Ac.
	Acide perchlorique.	$Ch^2.O^7.$	Ac.
Brôme.. . .	Acide brômique.	$Br^2.O^5.$	Ac.
Iode. . .	Acide iodique.	$I^2.O^5.$	Ac.
Soufre. . .	Acide hyposulfureux.	$S.O.$	Ac.
	Acide sulfureux.	$S.O^2.$	Ac.
	Acide hyposulfurique.	$S^2.O^5.$	Ac.
	Acide sulfurique.	$S.O^3.$	Ac.
Sélénium. .	Oxyde de sélénium.		Sing.
	Acide sélénieux.	$Se.O^2.$	Ac.
	Acide sélénique.	$Se.O^3.$	Ac.
Phosphore..	Oxyde de phosphore.		Sing.
	Acide hypophosphoreux.	$P^4.O^3.$ (? $=P^2.O^5. + 2P^2.H^4.$)	Ac.? Sal?.
	Acide hypophosphorique ou phosphatique.	$P^6.O^{13}.$(? $2P^2.O^5. + P^2.O^3.$	Ac.
	Acide phosphoreux.	$P^2.O^3.$	Ac.
	Acide phosphorique.	$P^2.O^5.$	Ac.
Azote. . . .	Protoxyde d'azote.	$Az^2.O.$	Sing.
	Deutoxyde d'azote.	$Az.O.$	Sing.
	Acide hyponitreux.	$Az^2.O^3.$	Ac.
	Acide nitreux.	$Az.O^2.$	Ac.
	Acide nitrique.	$Az^2.O^5.$	Ac.

Nom du corps électro-positif.	Nom du composé.	Formule du composé.	Propriétés électr. chim. du composé.
Arsenic. . .	Oxyde d'arsenic.	$As^8.O^3$.	Sing.
	Acide arsénieux.	$As^2.O^3$.	Indif.
	Acide arsenic.	$As^2.O^5$.	Ac.
Bore. . . .	Acide borique.	$B^2.O^3$.	Ac.
Silicium.. .	Acide silicique ou silice.	Si. O.	Ac.
Carbone.. .	Oxyde de carbone.	C^2.O.	Sing.
	Acide oxalique.	$C^4.O^3$.	Ac.
	Acide carbonique.	C.O.	Ac.
	MÉTAUX.		
Potassium. .	Oxyde de potassium ou potasse.	K.O.	Bas.
	Peroxyde de potassium.	$K.O^3$.	Sing.
Sodium. . .	Oxyde de sodium ou soude.	Na.O.	Bas.
	Sesquioxyde ou peroxyde de sodium.	$Na^2.O^3$.	Sing.
Lithium.. .	Oxyde de lithium.	L.O.	Bas.
Barium. . .	Oxyde de barium ou baryte.	Ba.O.	Bas.
	Deutoxyde de barium.	$Ba.O^2$.	Sing.
Strontium..	Oxyde de strontium ou strontiane.	St.O.	Bas.
	Deutoxyde de strontium.	$St.O^2$.	Sing.
Calcium.. .	Oxyde de calcium ou chaux.	Ca.O.	Bas.
	Deutoxyde de calcium.	$Ca.O^2$.	Sing.
Magnésium.	Oxyde de magnésium ou magnésie.	Mg O.	Bas.
Yttrium. .	Oxyde d'yttrium ou yttria.	Y.O.	Bas.

Nom du corps électro-positif.	Nom du composé.	Formule du composé.	Propriétés électr.-chim. du composé.
Glucinium..	Oxyde de glucinium ou glucine.	$G^2.O^3$.	Indif.
Aluminium.	Oxyde d'aluminium ou alumine.	$Al^2.O^3$.	Indif.
Zirconium..	Oxyde de zirconium ou zircone.	$Zr^2.O^3$.	Indif.
Manganèse.	Oxyde de manganèse.	Mn.O.	Bas.
	Deutoxyde de manganèse ou oxyde rouge de manganèse.	$Mn.O. + Mn^2.O^4$.	Sal.
	Sesquioxyde de manganèse ou oxyde noir.	$Mn^2.O^3$.	Indif.
	Peroxyde de manganèse.	$Mn.O^2$.	Sing.
	Acide manganésique.	$Mn^2.O^5$.	Ac.
	Acide hypomanganésique.	$Mn^2.O^7$.	Ac
Zinc. . . .	Oxyde de zinc.	Zn.O.	Indif.
	Deutoxyde de zinc.	$Zn.O^2$.	Sing.
Fer.	Oxyde de fer.	Fe.O.	Bas.
	Deutoxyde de fer.	$Fe.O. + Fe^2.O^3$.	Sal.
	Sesquioxyde ou peroxyde de fer.	$Fe^2.O^3$.	Indif.
Étain. . . .	Oxyde d'étain.	St.O.	Indif.
	Peroxyde d'étain ou acide stannique.	$St.O^2$.	Ac.
Cadmium. .	Oxyde de cadmium.	Cd.O.	Bas.
Cobalt. . .	Oxyde de cobalt.	Co.O.	Bas.
	Sesquioxyde de cobalt.	$Co^2.O^3$.	Sing.
Nickel. . .	Oxyde de nickel.	Ni.O.	Bas.
Chrôme. . .	Oxyde de chrôme.	$Ch^2.O^3$.	Indif.
	Deutoxyde de chrôme.	$Ch^2.O^3. + 4Ch.O^3$.	Sal.
	Acide chrômique.	$Ch.O^3$.	Ac.

Nom du corps électro-positif.	Nom du composé.	Formule du composé.	Propriétés électr. chim. du composé.
Molybdène.	Oxyde de molybdène.	Mo.O.	Sing.
	Acide molybdeux.	Mo.O + Mo.O^3.	Sal.
	Acide molybdique.	Mo.O^3.	Ac.
Tungstène..	Oxyde de tungstène.	W.O^2.	Sing.
	Acide tungstique.	W.O^3.	Ac.
Tantale. . .	Acide tantalique.	Ta.O^3.	Ac.
Antimoine.	Oxyde d'antimoine.	Sb^2.O^3.	Indif.
	Acide antimonieux.	Sb.O^2.	Ac.
	Acide antimonique.	Sb^2.O^5.	Ac.
Urane.. . .	Oxyde d'urane.	U.O.	Bas.
	Sesquioxyde d'urane.	U^2.O^3.	Indif.
Cérium. . .	Oxyde de cérium.	Ce.O.	Bas.
	Sesquioxyde de cérium	Ce^2.O^3.	Indif.
Titane. . .	Oxyde de titane.		Inconnu.
	Acide titanique.	Ti.O^2.	Ac.
Bismuth.. .	Oxyde de bismuth.	Bi^2.O^3.	Bas.
Cuivre. . .	Oxyde de cuivre.	Cu^2.O.	Sing.
	Bioxyde de cuivre.	Cu.O.	Bas.
	Peroxyde de cuivre.	Cu.O^2.	Sing.
Tellure. . .	Oxyde de tellure.	Te.O^2.	Indif.
Plomb. . .	Oxyde de plomb.	Pb.O.	Bas.
	Deutoxyde de plomb.	Pb. O. + Pb.O^2.	Sal.
	Bioxyde de plomb.	Pb.O^2.	Sing.
Mercure.. .	Oxyde de mercure.	Hg^2.O.	Bas.
	Bioxyde de mercure.	Hg.O.	Bas.
Osmium.. .	Oxyde d'osmium.	Os.O.	Bas.
	Sesquioxyde d'osmium	Os^2.O^3.	Indif.
	Bioxyde d'osmium.	Os.O^2.	Sing.
	Acide osmique.	Os.O^4.	Ac.
	Oxyde bleu.	Os.O. + Os^2.O^3.	Sal.
Rhodium. .	Oxyde de rhodium.	Inconnu.	
	Sesquioxyde de rhodium.	R^2.O^3.	Indif.

Nom du corps électro-positif.	Nom du composé.	Formule du composé.	Propriétés électr. chim. du composé.
Rhodium. .	Oxydes composés.	$2R.O + R^2.O^3$.	Sal.
		$3R.O + R^2.O^3$.	Sal.
		$R.O + 3R^2O^3$.	Sal.
		$R.O + 4Ro^2.O^3$.	Sal.
Argent. . .	Oxyde d'argent.	$Ag.O$.	Bas.
Palladium. .	Oxyde de palladium.	$Pd.O$.	Bas.
Or.	Oxyde d'or.	$Au^2.O$.	Sing.
	Tritoxyde d'or.	$Au^2.O^3$.	Indif.
Platine. . .	Oxyde de platine.	$Pt.O^2$.	Indif.
Iridium. . .	Oxyde d'iridium.	$Ir.O$.	Bas.
	Sesquioxyde d'iridium	$Ir.O^3$.	Indif.
	Bioxyde d'iridium.	$Ir.O^2$.	Indif.
	Tritoxyde d'iridium.	$Ir.O^3$.	Ac.

454. Dans l'immense majorité des cas, c'est la combinaison de l'oxygène avec d'autres corps qui produit les phénomènes de la *combustion ;* et suivant Lavoisier et la plupart des chimistes de son école, la combustion consiste exclusivement dans cette combinaison, et a lieu toutes les fois qu'elle se produit, qu'elle soit ou non accompagnée de l'émission de calorique et de lumière. D'après cette idée on avait divisé tous les autres corps en *corps non brûlés* et en *corps brûlés*, suivant qu'ils renfermaient ou non de l'oxygène ; mais aujourd'hui on a démontré que la combustion est un phénomène plus général, et qui a lieu *toutes les fois que deux ou un plus grand nombre de corps se combinent avec dé-*

gagement de calorique et de lumière (1). Ainsi il y a réellement combustion lorsque le chlore et l'arsenic se combinent, tout aussi bien que lorsque le phosphore brûle dans l'oxygène. D'après Berzelius, la cause de ce phénomène serait la combinaison des deux électricités opposées propres aux corps qui s'unissent; combinaison qui a lieu au moment de la formation de tout composé chimique, et qui produit du feu lorsqu'elle est assez intense, tout comme la même neutralisation des électricités négative et positive en produit lors de la décharge d'une bouteille de Leyde. Cette théorie reçoit tous les jours de nouvelles confirmations et est adoptée par la plupart des chimistes.

---

(1) La flamme est une matière gazeuze chauffée au point d'être lumineuse, et dont la température surpasse la chaleur blanche des corps solides: elle reçoit un très grand éclat des matières solides non susceptibles de se gazéifier ; ainsi, si l'on brûle du soufre dans de l'oxygène, cette substance passant par ce moyen à l'état de gaz acide sulfureux, la lumière ne sera que faible : mais elle deviendra bien plus intense, si l'on ajoute de l'amianthe ou du phosphore, etc.

La flamme ne peut passer à la température ordinaire à travers une toile métallique très serrée, parce que cette toile froide réduit la chaleur du gaz au-dessous du degré auquel il est lumineux, et s'oppose à la combustion de celui qui n'est pas encore brûlé : la diminution de température doit alors être proportionnelle à la petitesse des ouvertures du tissu et à la masse de ce tissu ; c'est sur cette propriété qu'est fondée la *lampe de sûreté* dont on doit l'heureuse découverte à H. Davy, lampe si utile pour les ouvriers obligés de travailler dans les mines.

La flamme provenant d'un jet de gaz auquel on met le feu, s'éteint toujours dans un air plus ou moins raréfié par une diminution de pression, parce qu'il ne se produit plus assez de chaleur pour entretenir la combustion.

Hydrogène. (P.At. = 6,24.)

455. L'hydrogène (c'est-à-dire *générateur de l'eau*) est moins généralement répandu dans la nature que l'oxygène, mais cependant il est un des éléments de l'eau et de presque tous les produits du règne organique. Il a été découvert par un chimiste anglais, nommé Cavendish. C'est un gaz incolore, insipide et inodore, lorsqu'il est parfaitement pur; mais en général nous ne l'obtenons qu'avec une odeur alliacée assez forte. Il est quatorze fois plus léger que l'air atmosphérique; sa densité est de 0,0687.

Il est insoluble dans l'eau, et il éteint les corps en combustion qu'on y plonge; mais lorsqu'on y met le feu au contact de l'air ou du gaz oxygène, il brûle lui-même et donne naissance à de l'eau. Lorsque l'hydrogène est préalablement mêlé avec une certaine proportion d'oxygène ou même d'air, sa combustion produit une détonation très vive. On le prépare en faisant passer de la vapeur d'eau sur de la tournure de fer chauffée au rouge dans un canon de fusil, ou bien en faisant agir de l'eau et de l'acide sulfurique sur ce métal ou sur du zinc. Dans tous ces cas, l'eau est décomposée par le métal qui se combine avec son oxygène et met l'hydrogène à nu. On le recueille sous l'eau.

456. L'hydrogène forme avec l'oxygène deux composés, l'eau (457), et l'eau oxygénée (460). Le fluor, le chlore, le brôme, l'iode, le sélénium et le soufre, forment avec lui des acides (les quatre premiers dans les proportions d'un atome hydrogène uni à un atome de l'élément électro-négatif, et les deux derniers dans celles d'un de chacun d'eux pour deux atomes d'hydrogène). Avec l'azote, le phosphore, l'arsenic et le carbone, il forme des

composés ayant les propriétés de bases salifiables. Quant au bore et au silicium, ils n'ont pas encore été combinés avec l'hydrogène. Enfin, ce corps a peu d'affinité pour les métaux, et n'a encore été combiné qu'avec deux d'entre eux (le potassium et le tellure). Presque tous ses composés sont gazeux.

Eau ou Protoxyde d'hydrogène. (H^2. O.=112,48.)

457. L'eau est formée (comme on le voit d'après sa formule) de deux volumes de gaz hydrogène et d'un volume de gaz oxygène, ou bien en poids de 100 d'oxygène pour 12,48 d'hydrogène; il s'en suit que 100 parties d'eau sont composées de 88,9 d'oxygène et 11,1 d'hydrogène.

En général, l'eau se présente à l'état liquide; mais lorsque la température descend au-dessous de 0°, elle devient solide, et sous la pression barométrique ordinaire (0^m, 76.) elle se transforme en vapeur à 100°.

A l'état liquide l'eau est transparente, incolore, inodore et insipide; sa densité, comme celle de tous les autres fluides, varie suivant la température; mais elle n'augmente pas toujours à mesure que l'eau se refroidit: c'est à 4°,1 que ce liquide présente le plus de densité, et au-dessous de ce point elle se dilate, de même que lorsque sa température s'élève. La pesanteur spécifique de l'eau à cette température est celle que l'on prend pour unité dans la détermination de la densité des autres corps solides ou liquides, et le poids d'un centimètre cube d'eau à la même température, a été pris pour l'unité du système de poids adopté en France: c'est le *gramme*. La pression influe aussi sur la densité de ce liquide, mais d'une manière à peine sensible. Comme il est capable de transmettre les sons, on avait dû con-

clure qu'il était compressible, et des expériences récentes montrent que, pour une pression égale à celle de l'atmosphère, son volume diminue de 44/1,000,000 suivant Canton, et de 51/1,000,000 suivant Colladon et Sturm.

458. L'eau à l'état solide ou la *glace*, est moins dense que l'eau liquide à une température voisine de 0°; aussi surnage-t-elle toujours, et la dilatation qu'elle éprouve au moment de sa solidification développe une force presque irrésistible. C'est ce phénomène qui détermine la rupture des vases remplis d'eau qui se congèle, celle des conduits d'eau pendant la gelée, etc., et on explique de la même manière les altérations des matières organiques qui gèlent: l'eau renfermée dans leurs cellules, les déchire en tous sens au moment de la solidification et détruit ainsi leur tissu. En passant ainsi à l'état solide, l'eau cristallise évidemment, et c'est d'un nouvel arrangement qui a lieu entre ses molécules que dépend cette dilatation. En fondant, la glace absorbe et rend *latent* (c'est-à-dire inappréciable au thermomètre) une quantité de calorique égale à celle qui est nécessaire pour porter de l'eau liquide de 0° à 75°.

L'eau, à la température de 100°, et sous la pression ordinaire, entre en ébullition et se transforme en vapeur: en changeant ainsi d'état, elle rend latent assez de calorique pour élever 5,55 fois son poids d'eau de 0° à 100°, et elle augmente dix-sept fois de volume. En augmentant la pression, on élève le point d'ébullition de l'eau; dans la marmite de Papin, par exemple, on la chauffe au-delà de 300°. La vapeur est beaucoup plus légère que l'air; sa densité est égale à 0,652.

L'eau pure n'est pas conductrice du fluide électrique, mais elle le devient pour peu qu'elle con-

tienne un peu d'acide ou de sel; et par l'action de la pile galvanique ou de décharges électriques multipliées, elle est décomposée en oxygène qui se rend au pôle vitré, et en hydrogène qui se rend au pôle résineux.

459. L'eau dissout, en plus ou moins grande quantité, un très grand nombre de corps, et en général, son pouvoir dissolvant augmente avec la température.

Elle se combine aussi chimiquement et dans des proportions fixes, avec un grand nombre de corps composés, et forme ainsi des *hydrates*.

Eau oxygénée ou Deutoxyde d'hydrogène.
(H. O. = 106,25.)

460. Ce corps dont les propriétés sont très remarquables, et dont la découverte est due à M. Thénard, est liquide même à—30° et se décompose par l'ébullition; il est de consistance sirupeuse, incolore, inodore et d'une saveur métallique; il blanchit la langue ainsi que la peau, et occasione des picotements plus ou moins intenses. Sa densité est de 1,452. Chauffé à 25° ou 30°, il se transforme en eau et en oxygène; il est également décomposé par l'électricité et par un très grand nombre de corps, tels que le carbone, le sélénium, l'argent, le platine, l'or, l'osmium, le palladium, l'iridium, le plomb, le bismuth, le mercure et la plupart des sulfures et des oxydes métalliques.

On le prépare en traitant le deutoxyde de barium, délayé dans de l'eau, par un acide, et en opérant à une température voisine de 0°. Il se forme un sel de protoxyde de barium, et l'oxygène mis en liberté et naissant se combine avec l'eau.

Chlore. (P.At. = 221,32.)

461. Le chlore a été regardé pendant longtemps comme un corps composé et désigné sous le nom d'*acide muriatique oxygéné*; il entre dans la composition du sel marin et de plusieurs autres substances inorganiques.

A la température et à la pression ordinaire, le chlore est presque toujours gazeux; mais si on le soumet à la fois à l'influence d'une pression très forte et d'une basse température, il prend la forme liquide.

462. Le chlore gazeux est d'une couleur jaune verdâtre, d'une odeur particulière, piquante et désagréable; sa saveur présente les mêmes caractères; sa densité est de 2,4216, et son pouvoir réfringent de 2,623. Il se dissout dans l'eau; il détruit rapidement les couleurs végétales; enfin, si l'on y plonge une bougie allumée, la flamme pâlit à l'instant, puis rougit, et bientôt après s'éteint.

On obtient le chlore, en décomposant de l'acide hydrochlorique (Ch.H.), par de l'oxygène à l'état naissant que l'on dégage du peroxyde manganèse. Pour cela, il suffit de mêler ces deux substances dans la proportion de quatre atomes de la première pour un atome de la seconde, et de les chauffer légèrement; l'hydrogène de l'acide (4 Ch. H.) s'unit avec l'oxygène (O^2.) du peroxyde de manganèse (Mn. O^2.) pour former deux atomes d'eau (H^4. O^2.); et le manganèse se combine avec deux atomes de chlore, pour former un proto-chlorure (Mn. Ch^2.); il reste donc deux atomes de chlore libre qui se dégagent. On arrive au même résultat en mêlant 5 p. de peroxyde de manganèse avec 20 parties de sel marin, 10 p. d'acide sulfurique et 10 p. d'eau, ou 2 S.O^3. + Na.Ch^2. + Mn.O^2. + H^2.O^2. Voici

la théorie de cette opération : $Na.Ch^2.$ se combine avec $H^2.O.$ et forme de l'hydrochlorate de soude ($Ch.H^2. + Na.O.$) qui est décomposé par $S.O^3.$ et donne du sulfate de soude, plus deux atomes d'acide hydrochlorique; le peroxyde de manganèse ($Mn.O^3.$) est également décomposé par l'acide sulfurique $S.O_3.$, d'où résulte un sulfate de manganèse ($S.O^3. + Mn.O.$) et un atome d'oxygène qui agit sur l'acide hydrochlorique, comme dans l'opération précédente (savoir $O. + 2\,H.Ch. = O.H^2. + 2Ch.$)

463. Le chlore, de même que l'oxygène, peut former des combinaisons avec tous les corps simples, excepté le fluor. Lorsqu'il n'est pas à l'état naissant, il est sans action sur l'oxygène, le carbone et l'azote, mais il s'unit à tous les autres corps simples, et en général, la réaction est très vive. Avec l'oxygène, le chlore joue le rôle de base ou d'élément électro-positif; par rapport à tous les autres corps simples, il est électro-négatif comme l'oxygène; et il est à remarquer que dans tous les chlorures il existe deux fois autant d'atomes de chlore qu'il y a d'atomes d'oxygène dans les oxydes correspondants; aussi lorsque l'oxygène chassera le chlore d'un de ses composés, ce sera un atome d'oxygène qui prendra la place de deux atomes de chlore, *et vice versâ*; (exemple: le perchlorure de phosphore $= Ph.Ch^5.$ est décomposé par l'oxygène et transformé en acide phosphorique $= Ph^2.O^5.$; l'eau est décomposée par le chlore, et au lieu de $H^2.O.$, on obtient de l'acide hydrochlorique $= 2H.Ch.$).

464. Le chlore forme avec l'hydrogène un composé acide; mais en se combinant aux autres corps simples non métalliques (l'oxygène excepté), il donne naissance à des corps qui ne paraissent jouer le rôle ni d'acides ni de bases. Tous ces chlorures sont très

volatils et la plupart d'entre eux sont liquides. En général, lorsque le chlore forme avec ces corps deux composés, celui qui contient le plus de chlore est solide, tandis que l'autre est liquide (exemple, chlorure d'iode, de sélénium et de phosphore); enfin, plusieurs de ces composés décomposent l'eau, et le chlore s'unit à l'hydrogène de ce liquide pour former de l'acide hydrochlorique, tandis que l'élément électro-positif se combine avec l'oxygène.

465. Le chlore forme avec les métaux, des chlorures qui correspondent aux oxydes basiques, indifférents et acides de ces divers corps; mais on n'en connaît pas qui correspondent aux oxydes singuliers. Ces chlorures sont tous fusibles et plus ou moins volatils; la plupart sont inaltérables par la chaleur (exceptions: les chlorures d'or, de platine, de palladium, de rhodium et d'iridium); presque tous sont solubles dans l'eau (exceptions: chlorure d'argent, proto-chlorure de mercure et chlorure de plomb, qui sont peu ou point solubles, et chlorure de bismuth et d'antimoine qui sont décomposés par ce liquide), et lorsqu'ils sont ainsi dissous, ils paraissent s'être transformés en hydrochlorates d'oxydes, aux dépens de l'hydrogène et de l'oxygène d'une partie de l'eau, ou bien être prêts à subir cette transformation, pour peu que quelque force étrangère les y sollicite. Aussi ces corps peuvent-ils toujours réagir comme s'ils étaient des hydrochlorates, et lorsqu'on les décompose par un acide puissant dégagent-ils de l'acide hydrochlorique; beaucoup de chimistes admettent même que tous les chlorures deviennent des hydrochlorates lorsqu'ils sont dissous dans l'eau.

466. Ces chlorures (ou hydrochlorates) sont faciles à distinguer des autres sels. Dissous dans l'eau, ils donnent avec le nitrate d'argent, un précipité blanc qui

noircit à l'air, qui ne se dissout pas dans l'acide nitrique, mais se dissout dans l'ammoniaque. Traités par les acides puissants, ils donnent des vapeurs d'acide hydochlorique dont l'odeur est caractéristique. Enfin, chauffés avec de l'acide sulfurique concentré et du peroxyde de manganèse, ils dégagent du chlore.

Oxyde de chlore. ($Ch.O^2$.)

467. L'oxyde de chlore, que plusieurs auteurs regardent comme étant un deutoxyde, est un gaz jaune verdâtre, d'une odeur aromatique, d'une densité de 2,315 et qui détruit les couleurs bleues végétales ; à 100° il détone avec une grande violence en se résolvant en chlore et en oxygène ; il est très soluble dans l'eau, et s'obtient en traitant du chlorate de potasse par de l'acide sulfurique concentré (470).

468. Lorsqu'on traite le chlorate de potasse par de l'acide hydrochlorique, il se dégage un gaz verdâtre, que la plupart des chimistes considèrent comme un *protoxyde de chlore* (*euchlorine* de Davy), mais qui paraît être un simple mélange du précédent et de chlore ; car, mis en contact avec l'eau, le premier s'y dissout et il reste du chlore.

Acide chlorique. ($Ch^2.O^5. = 94,64$.)

469. Liquide, incolore, inodore et d'une saveur très acide, il rougit la teinture de tournesol, puis la décolore ; chauffé fortement, il se décompose en partie et se volatilise en partie, et est décomposé par les acides sulfureux, hydrosulfurique et hydrochlorique qui en dégagent le chlore, et s'emparent de l'oxygène pour se transformer en acide sulfurique ou bien en eau, et en soufre ou en chlore. On l'obtient en

faisant passer du chlore à travers une dissolution de potasse, opération dans laquelle il se forme en même temps de l'acide hydrochlorique aux dépens des éléments de l'eau (464).

470. L'acide chlorique forme, avec les bases salifiables, des *chlorates* qui, à l'état neutre, sont composés de manière à ce qu'il y ait cinq fois autant d'oxygène dans leur acide que dans leur base (Exemple : chlorate de potasse = $Ch^2.O^5.+K.O.$) Tous ces sels sont décomposés par la chaleur et se transforment en oxygène, en chlore et en oxyde métallique, ou bien en oxygène et en chlorure métallique. A une température élevée, ils brûlent tous les corps capables de s'unir directement à l'oxygène, et avec plusieurs d'entre eux (tels que le soufre, le phosphore, le charbon, etc.); ils détonent avec violence par l'effet de la percussion seulement; aussi les emploie-t-on pour faire des *poudres fulminantes*. Tous les chlorates, excepté celui de protoxyde de mercure, sont solubles dans l'eau; leur dissolution n'est pas troublée par le nitrate d'argent, et ils sont décomposés par les acides forts; avec l'acide sulfurique, ils donnent de l'oxyde de chlore, etc. (471).

Acide perchlorique. ($Ch^2.O^7. = 1142,64.$)

471. Liquide, incolore, inodore, cet acide rougit le tournesol sans en détruire la couleur, se volatilise à 140° sans se décomposer, et n'est pas attaqué par les acides sulfureux, hydrosulfurique et hydrochlorique. On le prépare en traitant du chlorate de potasse par de l'acide sulfurique, dans la proportion de trois atomes du premier pour deux du second; le chlorate est décomposé et donne du perchlorate de potasse et de l'oxyde de chlore (matières employées: $3Ch^2.O^5. +3K.O.$ et $2S.O^3. = 2S.O^3. + Ch^6.O^5. +3K.O.$; produits : $2S.O^3.+ K.O.$; $Ch^2.O^7.+K.$

O.; et 4 Ch.O.[7]).On sépare le sulfate du perchlorate par lavage, puis on décompose celui-ci par l'acide sulfurique, et on le sépare par la distillation.

472. Les *perchlorates* sont peu connus; mais ils diffèrent des chlorates en ce qu'ils ne détonent que difficilement et faiblement avec les matières qui produisent des explosions terribles avec ces derniers sels.

Acide hydrochlorique. (Ch.H. = 227,56.)

473. Gaz incolore, d'une odeur très piquante et d'une saveur acide, qui produit dans l'air humide des vapeurs blanches, rougit fortement le tournesol et éteint subitement les corps en combustion. Sa densité est de 1,2471 à la pression ordinaire; il ne change pas d'état à 50° au-dessous de 0°, mais en le comprimant fortement on est parvenu à le liquéfier. On peut le décomposer en y faisant passer une série d'étincelles électriques, moyen à l'aide duquel on peut cependant déterminer aussi la combinaison de l'hydrogène et du chlore. On l'obtient en traitant le sel marin ou chlorure de sodium ($Na.Ch^2$.) par de l'acide sulfurique concentré ($S.O^3. + 2H.O.$). L'eau de l'acide sulfurique est décomposée; son oxygène forme avec le sodium de l'oxyde de sodium, qui s'unit à l'acide sulfurique et donne naissance à des sulfates de soude ($Na.O. + S.O^3$), tandis que l'hydrogène de l'eau s'unit au chlore pour former de l'acide hydrochlorique (2 Ch.H.) qui se dégage.

474. L'acide hydrochlorique est sans action sur les corps simples non métalliques et sur les métaux des trois dernières sections; tandis qu'avec ceux de la seconde et de la troisième section, il forme des chlorures métalliques, en abandonnant de l'hydrogène. Ce gaz a une grande affinité pour l'eau; à la température de 20° et à la pression ordinaire, ce liquide

en dissout les trois quarts de son poids (ce qui correspond à 464 fois son volume), et prend une densité de 1,21. L'eau ainsi saturée de gaz acide hydrochlorique (ou *acide hydrochlorique liquide*) est blanche, très acide et caustique; elle répand à l'air d'épaisses vapeurs blanches, d'une odeur piquante; par l'ébullition, elle abandonne la majeure partie de son acide. On l'obtient en faisant passer le gaz acide hydrochlorique dans de l'eau.

475. L'acide hydrochlorique forme, avec les bases salifiables, des composés, dans lesquels l'hydrogène de l'acide est à l'oxygène de la base comme 2 est à 1, ou bien des chlorures dans lesquels l'oxygène de la base est remplacé par deux atomes de chlore; dans ce dernier cas, l'hydrogène de l'acide (H^2.) se combine avec l'oxygène de la base (O.) pour former de l'eau (465).

Brome. (P. At. = 466,40.)

476. Substance nouvellement découverte par M. Balard, et qui se trouve dans l'eau de la mer et de quelques sources salées.

C'est un liquide rougeâtre, d'une odeur et d'une saveur extrêmement désagréables, d'une densité de 2,96, très volatil, qui bout à 47° et se transforme en vapeur rouge orangé. Peu soluble dans l'eau, il l'est davantage dans l'alcool, et beaucoup plus dans l'éther. Il attaque fortement les matières organiques (la peau, le bois, etc.), et les colore en jaune.

On l'obtient en traitant un mélange d'hydrobromate de potasse et de peroxyde de manganèse par de l'acide sulfurique, dans un appareil distillatoire. Une portion de l'acide sulfurique s'unit à la potasse, et une autre portion au manganèse qu'il ramène à l'état de deutoxyde; enfin l'oxygène ainsi

dégagé par le peroxyde de manganèse forme de l'eau, avec l'hydrogène de l'acide hydrobromique et le brôme se dégage sous la forme de vapeurs rutilantes.

477. Le brôme a la plus grande analogie avec le chlore et l'iode, entre lesquels il se place naturellement. Ses réactions sont essentiellement les mêmes, seulement il agit avec moins d'énergie que le chlore et avec plus de force que l'iode. Sous l'influence d'un corps en ignition, il brûle dans le gaz hydrogène, et se transforme en acide hydrobromique. Le phosphore, le soufre, le sélénium, le chlore et l'iode, peuvent s'unir directement avec le brôme, et il existe aussi des combinaisons de ce corps avec l'oxygène et le carbone.

L'action du brôme sur les métaux ressemble beaucoup à celle du chlore. Les bromures métalliques sont en général solides et inodores; tous sont fusibles, et il est probable que la plupart sont volatils; presque tous sont solubles dans l'eau, et tous sont décomposés par le chlore qui s'empare du métal, et met le brôme à nu. Enfin les bromures solubles (que l'on peut considérer comme des *hydrobromates* lorsqu'ils sont combinés avec de l'eau) précipitent les sels de plomb en blanc et le nitrate d'argent en jaune-serin.

Acide hydrobromique. (Br.H.= 472,67.)

478. Gaz incolore, fumant à l'air, très acide, très piquant et très soluble dans l'eau. Le chlore le décompose et en précipite le brôme; il peut dissoudre une grande quantité de ce dernier corps, propriété qui le rapproche de l'acide hydriodique, dans lequel l'iode se dissout très bien. Du reste, l'acide hydrobromique a la plus grande analogie avec l'acide hydrochlorique; il réagit de la même manière sur les oxydes, et éprouve de la part des

métaux des altérations semblables; mais plus faciles à déterminer.

On le prépare pur, en mettant en contact de l'eau, du phosphore et du brôme, en proportions convenables; il se forme des acides phosphoreux ou phosphorique qui restent dissous dans l'eau non décomposée, et de l'acide hydrobrômique qui se dégage.

Acide brômique. ($Br^2.O^5$.)

479. Cet acide ne peut être obtenu que combiné avec une certaine quantité d'eau, car en chassant celle-ci, on le décompose. C'est un liquide sirupeux, incolore, à peine odorant, très acide, mais point caustique. Les hydracides et les acides qui ne sont pas saturés d'oxygène le décomposent.

On le prépare en décomposant le bromate de baryte par l'acide sulfurique.

480. Les *bromates* ont la même composition que les chlorates, les iodates, les nitrates et les hyposulfates; et il existe par conséquent cinq fois autant d'oxygène dans leur acide que dans leur base. Leur histoire est la même que celle des chlorates, dont ils se distinguent par le précipité blanc qu'ils forment avec le nitrate d'argent.

IODE. (P.At.= 783,35.)

481. Découvert en 1811 par M. Courtois, dans les cendres du varec, et ainsi nommé à cause de la couleur de sa vapeur, l'iode existe aussi dans certaines eaux minérales. Il est solide, brillant, d'une couleur noirâtre d'une odeur ayant de l'analogie avec celle du chlore, et d'une saveur très âcre : sa densité est de 4,948; il fond à 107°, et se volatilise vers 180°. Sa vapeur est d'une magnifique couleur violette et

d'une densité de 8,71. L'eau ne peut dissoudre qu'une quantité extrêmement petite d'iode; il se colore alors en jaune, et prend une odeur de chlore. A froid même, l'iode décompose ce liquide pour former, aux dépens de ses éléments, des acides iodique et hydriodique; lorsqu'on chauffe de l'eau et de l'iode, ces deux corps se volatilisent en même temps; par conséquent l'iode se volatilise à une température moins élevée que lorsqu'il est seul.

On extrait l'iode de l'hydriodate de potasse contenue dans les cendres du varec. On traite ce sel par l'acide sulfurique qui s'empare de la potasse et met l'acide hydriodique à nu; celui-ci est également décomposé par l'acide sulfurique, qui se transforme en acide sulfureux, en formant de l'eau, avec une portion de son oxygène et l'hydrogène de l'acide hydriodique; l'iode se volatilise et vient se condenser dans le récipient de la machine distillatoire dans laquelle l'opération se pratique.

482. L'iode ne se combine avec l'oxygène qu'à l'état naissant et dans une seule proportion (*Ac. iodique* 486); car l'acide iodeux décrit par Sementini, ne paraît être qu'un chlorure d'iode. A la chaleur rouge, il se combine avec le gaz hydrogène et forme de l'acide hydriodique (484). Le chlore s'unit aussi directement à l'iode, et forme deux chlorures, savoir: un *sous-chlorure* qui est liquide et d'un rouge-brun, et un *perchlorure* qui correspond par sa composition à l'acide iodique ($=Ch^5.I.$), et qui est cristallin; ces corps sont très volatils et solubles dans l'eau. Il en est encore de même pour le brôme, seulement c'est le *proto-bromure d'iode* qui est cristallin, et le *perbromure* qui est liquide. On peut obtenir directement des iodures de soufre, de phosphore et d'arsenic, et il existe aussi des iodures de carbone et un iodure d'azote.

*

483. L'iode peut se combiner à l'aide de la chaleur avec tous les métaux, et former avec eux des iodures qui ont beaucoup d'analogie avec les chlorures; comme eux, ils peuvent être acides, basiques, indifférents ou salins, et ils peuvent s'unir entre eux pour former de véritables sels cristallisables, qu'on désigne en général sous le nom d'iodures doubles. Les iodures des trois premières sections jouent, en général, le rôle de bases et les autres celui d'acides. Tous sont solides et volatils; en général, ils sont inodores, colorés et décomposés par le chlore et le brôme; plusieurs d'entre eux sont dissous par l'eau (tous ceux que forment les métaux qui décomposent l'eau, paraissent être dans ce cas; tandis que ceux qni sont formés par des métaux qui ne décomposent pas l'eau sont insolubles). Les iodures dissous dans l'eau, que beaucoup de chimistes considèrent comme des *hydriodates*, précipitent le nitrate d'argent en blanc comme les chlorures; mais le précipité ne se redissout pas dans l'ammoniaque; ils donnent, avec le proto-nitrate de mercure, un précipité verdâtre, et forment avec l'hydrochlorate de platine, un sel double qui est soluble et d'une couleur garance; enfin, ils peuvent dissoudre de l'iode et prendre ainsi une couleur rouge-brun.

On peut obtenir les iodures métalliques directement, ou bien en faisant agir de l'iode sur une dissolution alcaline; opération dans laquelle on obtient de l'iodure (ou de l'hydriodate) et de l'iodate, qui étant beaucoup moins soluble que le premier est facile à séparer.

Acide hydriodique. (I.H. = 789,598.)

484. Gaz incolore, d'une odeur piquante, d'une saveur très acide; il est très soluble dans l'eau, et il

forme avec ce liquide un véritable composé qui ne bout qu'à 128° lorsqu'il est concentré. Il est décomposé par le chlore et le brôme, et donne ainsi des vapeurs violettes formées par l'iode. La plupart des métaux le décomposent; il se dégage ainsi de l'hydrogène et il se forme un iodure métallique. On le prépare de la même manière que l'acide hydrobrômique.

485. *Hydriodates. Voy.* Iodures (482).

Acide iodique. ($I^2.O^5. = 2066,70.$)

486. Solide, blanc, demi-transparent, inodore, très acide et d'une saveur astringente, il détruit les couleurs bleues végétales après les avoir rougies. Vers 300° il fond et se décompose. Il est très soluble dans l'eau, et exposé à l'air en attire l'humidité. Les acides sulfureux, hydrosulfurique et hydriodique le décomposent; les acides sulfurique, nitrique et phosphorique forment au contraire avec lui des composés cristallisables. Il attaque la plupart des métaux, même l'or et le platine.

On le prépare en faisant passer de l'oxyde de chlore desséché sur de l'iode également sec. Il se forme du chlorure d'iode qui est très volatil, et de l'acide iodique qui est fixe.

487. Les *iodates* ont la même composition que les chlorates, et comme eux peuvent, pour la plupart, former des mélanges détonant avec les matières combustibles; ils sont tous décomposés par le feu; l'oxygène se dégage et l'iode est également mis à nu, ou bien reste uni au métal. Tous sont insolubles, excepté ceux à base de potasse, de soude et d'ammoniaque, qui exigent beaucoup d'eau pour se dissoudre. L'acide hydrosulfurique les décompose, et si on emploie un excès de ce réactif, l'iode, qui s'était d'abord préci-

pité, décompose à son tour l'acide hydrosulfurique pour se changer en acide hydriodique, et en précipite du soufre. Ces sels ne se trouvent pas dans la nature, et on les prépare en mettant en contact l'iode avec les bases dissoutes (483).

Fluor ou Phtor. (P.At.= 116,9.)

488. Ce corps simple n'a pas encore été isolé, mais on ne peut douter de son existence; et d'après les composés qu'il forme on voit qu'il a la plus grande analogie avec le chlore : on n'a pu le combiner avec l'oxygène, le chlore, le brôme, l'iode, le sélénium, l'azote et le carbone; uni à l'hydrogène, il constitue l'acide hydrofluorique (491).

Avec le bore il forme aussi un *acide fluoborique* (B.Fl.) qui est gazeux, incolore, d'une odeur très piquante et d'une excessive solubilité dans l'eau; c'est le plus fumant de tous les gaz, et il charbonne les matières organiques avec une rapidité extrême.

489. Il existe aussi un *acide fluosilicique*, ($Si.Fl^2$.) que l'on désigne également sous le nom d'*acide fluorique silicé*; il est gazeux, et répand à l'air d'épaisses vapeurs blanches (moins cependant que le précédent); son odeur est très piquante; en se dissolvant dans l'eau, il est en partie décomposé; il se dépose de la silice et il se forme un hydrofluate de fluorure de silicium qui se dissout.

Le fluor forme avec le soufre, le phosphore et l'arsenic, des composés liquides et volatils qui fument à l'air et décomposent l'eau.

490. Avec les métaux, le fluor forme des composés qui pour la plupart sont solides; on en connaît qui sont liquides (le fluorure de chrôme), et tous sont plus ou moins fusibles; quelques-uns sont volatils. L'action du chlore, du brôme et de l'iode sur ces corps est

nulle, ou doit se borner à la transformation de quelques proto-fluorures en perfluorures. Les fluorures alcalins sont solubles dans l'eau, et lorsqu'on les fait cristalliser, ils abandonnent une portion de leur base pour se transformer en hydrofluates de fluorure. A chaud, les acides puissants décomposent tous les fluorures; le métal s'oxyde aux dépens de l'eau, pour s'unir à l'acide employé, et le fluor se combine avec l'hydrogène et forme de l'acide hydrofluorique qui se dégage. Ces corps forment entre eux des fluorures doubles, qui sont de véritables sels dans lesquels l'un des fluorures joue le rôle d'acide, et l'autre celui de base. On désigne souvent les fluorures sous le nom de *fluates*, parce que, jusqu'en ces derniers temps, on croyait qu'ils étaient des sels, et que l'acide hydrofluorique était composé d'oxygène et de fluor.

Acide hydrofluorique. (Fl.H.= 123,14.)

491. Liquide, incolore, très acide et d'une odeur piquante et pénétrante; c'est le plus corrosif de tous les corps connus. Il ne se solidifie pas à — 40° et bout vers 30°; il a une grande affinité pour l'eau; à l'air il répand d'épaisses vapeurs blanches; enfin, il corrode fortement le verre et est employé pour graver sur ce corps: il se forme, pendant sa réaction sur le verre, de l'eau et de l'acide fluosilicique. On le prépare en traitant le fluorure de calcium (ou *spath fluor*) par l'acide sulfurique, concentré dans des vases de plomb.

SOUFRE (P.At.=201,16).

492. Corps simple qui entre dans la composition d'un très grand nombre de substances inorganiques, et se trouve, à l'état de sulfures métalliques ou de sul-

fatés, dans presque tous les terrains, dans le voisinage des volcans; on le rencontre aussi à l'état natif. Solide en général, d'une belle couleur jaune-citron, très fragile, insipide et devenant légèrement odorant par le frottement, on le trouve ordinairement en masses amorphes ou en poudre, mais pouvant cristalliser et même affecter deux formes cristallines essentiellement différentes, suivant le procédé employé dans ce but (octaèdres à bases rhombes et prismes obliques à bases rhombes). Il fond à 107° et devient alors très fluide; mais vers 160° il s'épaissit considérablement et prend une teinte rougeâtre. Si on le refroidit alors brusquement, il reste mou pendant très long-temps, et peut servir à prendre des empreintes de médailles, etc.; il entre en ébullition à environ 400°, et la poussière fine qui se forme par la condensation de sa vapeur, porte le nom de *fleur de soufre*.

On extrait le soufre par la distillation des matières terreuses qui le contiennent à l'état natif, ou du persulfure de fer ($Fe.5S^2.$); dans ce dernier cas, une portion de soufre se volatilise et il reste un sulfure de fer (Fe.S.), dont on tire partie pour la fabrication du sulfate de fer.

493. Le soufre peut se combiner avec tous les corps simples, excepté l'azote et le fluor. Chauffé au contact de l'oxygène ou de l'air, il prend feu vers 150° et brûle avec une flamme bleue; il se transforme ainsi en acide sulfureux dont l'odeur piquante est caractéristique. Dans certaines circonstances, il se forme aussi un peu d'acide sulfurique. Les deux autres composés d'oxygène et de soufre (acide hyposulfureux et acide hyposulfurique) ne s'obtiennent jamais directement.

L'hydrogène peut dissoudre le soufre à l'aide de la chaleur et forme ainsi de l'acide hydrosulfu-

rique. Par des moyens indirects on peut aussi obtenir un *hydrure de soufre* liquide, qui, par sa composition et ses réactions, se rapproche beaucoup de l'eau oxygénée.

Il existe deux *chlorures de soufre* qui sont liquides, un *bromure de soufre* qui est également liquide, et un *iodure de soufre* solide : les chlorures et le bromure décomposent l'eau; l'iodure est sans action sur ce liquide. Avec le phosphore, l'arsenic, le sélénium, le bore, le carbone et l'iode, le soufre forme des sulfures. Il se combine avec les métaux et peut donner ainsi naissance à trois séries de sulfures; savoir : 1° les *sulfures simples*, qui ont une composition correspondante à celle des oxydes et qui, en décomposant l'eau, se transforment en un oxyde salifiable et en acide hydrosulfurique; 2° les *polysulfures* ou *sulfures sulfurés*, qui renferment une plus grande proportion de soufre et qui en laissent déposer dans la réaction que nous venons d'indiquer; et 3° les hydrosulfates de sulfures, véritables sels dans lesquels le sulfure joue le rôle de base.

494. Les sulfures métalliques simples se partagent à leur tour en trois classes; savoir : 1° les sulfures solubles dans l'eau (ceux des métaux de la première section et ceux de magnésium, d'yttrium et de glucinium); 2° les sulfures insolubles hydratés (ceux de zinc, de manganèse et de fer); et 3° les sulfures insolubles et anhydres (ceux de tous les autres métaux). Les sulfures de la première classe, que l'on peut regarder comme des *hydrosulfates*, sont d'un blanc jaunâtre et d'une odeur qui rappelle celle des œufs pourris. Exposées à l'action prolongée de l'air, les dissolutions de ces sulfures finissent par se transformer en hyposulfites; ils ne sont pas altérés par la chaleur, et on peut les obtenir cristallisés; ils sont

très vénéneux. Ceux de la seconde classe sont insipides, inodores et décomposables par la chaleur, qui les transforme, aux dépens des éléments de l'eau, en oxyde et en acide hydrosulfurique qui se dégage. Les sulfures de la troisième section sont diversement colorés et inaltérables par l'action de l'eau et de la chaleur réunies. Le chlore les transforme tous en chlorures métalliques, et donne un dépôt de soufre avec les premiers, et du chlorure de soufre avec les derniers. Le soufre peut se combiner en proportions très variées aux sulfures simples et former ainsi des polysulfures. Les sulfures peuvent aussi absorber de grandes quantités d'acide hydrosulfurique et se transformer en *hydrosulfates de sulfures*, dans lesquels la quantité de soufre contenu dans l'acide est égale à celle de la base; ces sels traités par les acides qui ne décomposent pas l'acide hydrosulfurique, laissent dégager ce gaz sans donner un dépôt de soufre. Enfin, les sulfures peuvent aussi se combiner entre eux et former des sulfures doubles qui sont de véritables sels.

Un grand nombre de sulfures métalliques se trouve dans la nature, et on peut les préparer en décomposant les sulfates par le charbon à l'aide de la chaleur, ainsi que par plusieurs autres procédés.

Acide hyposulfureux. (S.O.)

495. On ne peut l'obtenir isolé, et il n'est connu qu'à l'état de combinaison avec les bases. D'après quelques chimistes, ces sels ne contiendraient même pas un acide particulier, mais seraient dus à l'union d'un sulfure métallique avec de l'acide sulfureux ou sulfurique. Plusieurs sont solubles dans l'eau. Traités par les acides puissants, ils dégagent de l'acide

sulfureux et donnent un dépôt de soufre ; ils sont plus stables que les sulfites.

Acide sulfureux. ($S.O^2. = 200,8.$)

496. Ce gaz est incolore, d'une odeur suffocante, rougissant le tournesol, lui faisant prendre ensuite une teinte jaunâtre et d'une densité de 2,23; il se liquéfie à — 20°, et à une température beaucoup moins basse, lorsqu'on le comprime. Le liquide ainsi obtenu est incolore, et bout à 10°. Le gaz acide sulfureux éteint les corps en combustion et ne brûle pas lui-même; il se dissout dans 1/37 de son volume d'eau; à l'état sec il n'est pas altéré par le chlore, le brôme et l'iode; mais lorsqu'il est humide, ces corps se transforment en hydracides, et font passer l'acide sulfureux à l'état d'acide sulfurique ; il décompose les acides chlorique, bromique et iodique, de même que la plupart des corps qui abandonnent facilement de l'oxygène. C'est de cette propriété que dépend son action sur les matières colorantes organiques, qu'il détruit plus ou moins rapidement.

On l'emploie pour le blanchîment des matières animales, le traitement de certaines affections cutanées, etc. Pour l'obtenir pur, on décompose de l'acide sulfurique par du mercure ; mais, dans la plupart des cas, on substitue à ce métal du charbon. (C. et $S.O^3.$; produits $S.O^2.$ et $C.O^2.$)

497. Les *sulfites* neutres renferment deux fois autant d'oxygène dans leur acide que dans leur base; ils sont tous insolubles, excepté ceux de potasse, de soude et d'ammoniaque; mais ils deviennent solubles par un excès d'acide. Par l'action de la chaleur, ceux de la première section et celui de magnésie abandonnent du soufre, et se transforment en sulfates basiques ; les autres laissent dégager leur acide.

A l'air, les sulfites solubles passent à l'état de sulfates; ceux qui sont insolubles n'absorbent ainsi de l'oxygène que très lentement. Les acides nitrique et nitreux transforment également ces sels en sulfates, en passant eux-mêmes à l'état de deutoxyde d'azote; les autres acides énergiques en chassent l'acide sulfureux.

On prépare ces sels en faisant passer un courant de gaz acide sulfureux dans une dissolution alcaline.

Acide hyposulfurique. ($S^2.O^5$.)

498. Liquide incolore, inodore, d'une saveur franchement acide, il ne peut exister sans eau. Lorsqu'il a acquis une densité de 1,347, et qu'on cherche à le concentrer davantage, il se décompose; une chaleur même très douce le décompose également; il n'est pas altéré par l'oxygène, et à froid, le chlore et l'acide nitrique sont sans action sur lui.

Cet acide n'existe pas dans la nature, mais se produit dans une foule de circonstances (par exemple toutes les fois qu'on fait réagir, à la température ordinaire, de l'acide sulfurique concentré sur des matières organiques). On le prépare en traitant de l'hyposulfate de baryte par de l'acide sulfurique; et ce sel lui-même s'obtient en faisant passer du gaz acide sulfureux dans de l'eau tenant en suspension du peroxyde de manganèse, et en décomposant l'hyposulfate de manganèse ainsi produit par de la chaux, puis en décomposant l'hyposulfate de chaux par de la baryte.

499. Dans les *hyposulfates* neutres, la quantité d'oxygène contenue dans l'acide est cinq fois plus grande que dans la base; tous sont solubles dans l'eau et faciles à décomposer par la chaleur; ils se

transforment ainsi en sulfates neutres et en acide sulfureux.

Acide sulfurique. ($S.O^3 .= 501,16.$)

500. L'acide sulfurique pur (ne contenant pas d'eau) est solide à la température ordinaire, se liquéfie à environ 25°, et se transforme presqu'aussitôt en vapeur. Solide, il a la forme d'aiguilles cristallines, blanches, soyeuses, flexibles et d'un éclat remarquable; liquide, sa densité est de 1,97 à la température de 20°; il attire fortement l'humidité de l'air, et y répand d'épaisses vapeurs; l'iode, le soufre, le sélénium et le tellure, s'y dissolvent et le colorent de diverses manières.

501. L'acide sulfurique a une très grande affinité pour l'eau, et forme avec elle un composé défini ($S.O^3 . + H^2 .O.$) qui entre en ébullition à 310° et a une densité de 1,848; c'est l'acide sulfurique ordinaire du commerce, qui est d'une consistance oléagineuse, et ne se congèle qu'à 10° et 12° au-dessous de 0°. Cet hydrate à encore beaucoup d'affinité pour l'eau, et lorsqu'on mêle les deux liquides il y a une production considérable de chaleur; mais par l'évaporation l'excès d'eau se dégage, et le composé est ramené à l'état d'hydrate ordinaire. L'acide anhydre se dissout dans l'acide hydraté, et constitue ainsi le produit appelé *acide sulfurique fumant* ou *glacial* de Nordhausen, dont la densité est d'autant plus grande, que la proportion d'acide anhydre est plus forte.

L'acide sulfurique est décomposé par une chaleur rouge, et se transforme en un volume d'oxygène et deux volumes de gaz acide sulfureux. Chauffé avec du charbon, il se transforme en acide sulfureux, et si la température est assez élevée et le charbon en excès, il perd même tout son oxygène; les produits de cette réaction sont de l'acide sulfureux

et de l'acide carbonique, ou du soufre et de l'oxyde de carbone. A l'aide de la chaleur, le phosphore et le soufre le décomposent également; le chlore, l'iode et l'azote ne le décomposent pas. A l'aide de la chaleur, il est au contraire décomposé par tous les métaux, excepté l'or, le platine, l'iridium, le palladium, le rhodium, l'osmium et le cérium. Les métaux de la première classe le décomposent rapidement à froid; le fer et le zinc agissent de la même manière, mais avec très peu d'énergie. L'action de cet acide sur les substances organiques est très énergique; il charbonne la plupart d'entre elles; il rougit fortement le tournesol, et forme avec les bases des sels.

On prépare l'acide sulfurique du commerce en faisant brûler, dans des chambres de plomb, un mélange de soufre et de nitrate de potasse. L'acide nitrique du nitre cède une partie de son oxygène au soufre, et il se forme du sulfate de soude, du gaz acide sulfureux et du deutoxyde d'azote. Au moyen de l'air, on transforme ce dernier gaz en acide nitreux, qui, sous l'influence d'un peu d'eau, se combine avec l'acide sulfureux, et forme un composé cristallin, qui est décomposé par l'addition d'une nouvelle quantité d'eau, en acide sulfurique qui reste dans le liquide, et en deutoxyde d'azote qui se dégage et qui sert à continuer l'opération.

502. Les *sulfates* neutres contiennent trois fois autant d'oxygène dans l'acide que dans la base; presque tous sont décomposés par la chaleur (exception : sulfates de magnésie et des oxydes de la première section), et à une température élevée, ils le sont tous par le charbon. Plusieurs de ces sels sont solubles dans l'eau, mais tous sont insolubles dans l'alcool. A la température ordinaire, les sulfates ne sont pas décomposés par les autres acides, excepté

par quelques hydracides qui agissent sur leurs bases (tels que l'acide hydrosulfurique); mais à une température élevée, les acides phosphorique, borique et silicique, en chassent l'acide, ou même le détruisent. Les sulfates solubles donnent, avec les sels de baryte, un précipité blanc, très abondant, et insoluble même dans les acides.

Acide hydrosulfurique. ($S^2.H^5.= 213,64$).

503. Cet acide que l'on désigne aussi sous le nom d'*hydrogène sulfuré*, se trouve dans certaines eaux minérales, et se produit souvent pendant la fermentation putride des substances animales. Il est gazeux, incolore et d'une odeur très fétide, analogue à celle des œufs pourris ; sa densité est de 1,1912 ; il éteint les corps en combustion, et brûle lorsqu'on l'enflamme au contact de l'air (en laissant déposer du soufre) ; il rougit légèrement le tournesol, se liquéfie par la compression et l'action du froid, et se dissout dans le tiers de son volume d'eau; le chlore, le brôme et l'iode le décomposent rapidement, et forment, suivant les circonstances, de l'acide hydrochlorique et du chlorure de soufre, ou un dépôt de soufre, etc.

La plupart des métaux décomposent ce gaz à une température plus ou moins élevée, en s'emparant du soufre et en mettant l'hydrogène en liberté.

L'action délétère de ce gaz est très énergique ; la présence de 1/1000 dans de l'air suffit pour tuer des moineaux, et souvent 1/300 suffit pour tuer les chiens les plus robustes. Du reste, pour détruire ce corps, on n'a qu'à répandre dans l'atmosphère une certaine quantité de chlore.

Pour préparer le gaz acide sulfureux, on traite à chaud du sulfure d'antimoine par de l'acide hy-

drochlorique dans les proportions de 1 atome de sulfure pour 6 atomes d'acide ($St^2.S^3$. et 6H.Ch.). Le chlore de l'acide se combine avec l'antimoine du sulfure, dont le soufre s'unit à l'hydrogène précédemment combiné avec le chlore, et on obtient 6 atomes de gaz acide hydrosulfurique ($=3S.H^2$.) et 2 atomes de chlorure d'antimoine ($=2St.Ch^3$.).

504. Les sels formés par l'union de cet acide avec les bases peuvent être considérés comme des hydrosulfates d'oxydes ou des sulfures métalliques (000).

Sélénium. (P. At. = 494,60.)

505. Ce corps, découvert en 1816 par Berzelius, se trouve dans la nature uni à divers métaux, etc.

Solide, cassant et brillant, il est brun ou grisâtre quand il est en masse, et rouge quand il est en poudre; en très petites masses, il est transparent et laisse passer une lumière rouge; sa densité est de 4,302. Chauffé, il fond vers 100°, et se transforme en vapeur au-dessous de la chaleur rouge.

Lorsqu'on fait passer un courant d'oxygène sur du sélénium bouillant, celui-ci brûle avec flamme et se transforme en acide sélénieux. Si on approche un corps enflammé du sélénium en ébullition à l'air, les bords de la flamme deviennent bleu d'azur, et il se forme de l'oxyde de sélénium qui se volatilise en répandant une odeur très forte de choux pourris.

506. Il existe un composé acide d'hydrogène et de sélénium (512) ainsi que des phosphures et un sulfure de sélénium; ces derniers s'obtiennent directement.

Oxyde de sélénium.

507. C'est un gaz incolore, d'une odeur forte de choux pourris, très peu soluble dans l'eau, et ne se combinant pas avec les acides.

Acide sélénieux. ($Se.O^2.=$ 695,91.)

508. Cet acide est solide, incolore et doué d'un éclat particulier; sa saveur est acide et brûlante; chauffé, il ne fond pas, mais se volatilise; sa vapeur, à la chaleur de l'air, se condense, cristallise en aiguilles qui attirent rapidement l'humidité de l'air, mais ne tombe pas en déliquescence; il est très soluble dans l'eau, sur-tout à chaud, et facile à réduire par l'acide sulfureux; mais les métaux, même les plus oxydables, ont peu d'action sur lui.

509. Les *sélénites* sont toujours basiques et renferment deux fois autant d'oxygène dans l'acide que dans la base; ils sont insolubles (excepté ceux de potasse, de soude et d'ammoniaque) et indécomposables par la chaleur. Les bi-sélénites et les quadri-sélénites sont au contraire solubles.

Acide sélénique. ($Se.O^3.=$7995,91.)

510. C'est un liquide incolore qui contient toujours un peu d'eau et qui se décompose lorsqu'on le chauffe à plus de 280°; il a une très grande affinité pour l'eau et n'est pas attaqué par l'acide sulfureux; mais il donne, par l'ébullition avec l'acide hydrochlorique, de l'acide sélénieux et du chlore. Cet acide est presque aussi énergique que l'acide sulfurique.

511. Les *séléniates* ont beaucoup d'analogie avec les sulfates; ceux de baryte et de plomb sont insolubles; ceux de potasse, de soude, de cérium, etc., sont solubles et cristallisent facilement. Ces sels renferment trois fois autant d'oxygène dans l'acide que dans la base.

Acide hydrosélénique. ($Se.H^2. = 508,39.$)

512. Gaz incolore, d'une odeur semblable à celle de l'acide hydrosulfurique, mais qui produit une sensation douloureuse; il se décompose très promptement par le contact de l'air et de l'humidité et est très soluble dans l'eau. Sa dissolution tache la peau en brun, rougit le tournesol, précipite toutes les dissolutions métalliques, et forme, avec les bases alcalines et terreuses, des séléniures solubles.

PHOSPHORE. (P.At.=196,15.)

513. C'est un corps simple, découvert en 1677 dans l'urine, et faisant partie des os de tous les animaux, etc. Il est solide, insipide (à moins d'être dissous), plus ou moins translucide, d'une odeur légèrement alliacée, et d'une couleur légèrement jaunâtre; il est très flexible et assez mou. Sa densité est de 1,77; il fond à environ 43° et entre en ébullition à 290°. Lorsqu'il est très pur et qu'on l'a distillé plusieurs fois, il acquiert souvent la propriété de noircir par un refroidissement subit, sans cependant avoir éprouvé de changement dans sa nature chimique. L'action de la lumière solaire change la couleur du phosphore même dans le vide, et le rend rouge.

On extrait le phosphore du sous-phosphate de chaux contenu dans les os; on les traite par l'acide sulfurique qui s'empare d'une portion de la chaux, et transforme ce sel en un phosphate acide que l'on calcine avec du charbon dans une cornue de grès; l'excès d'acide phosphorique se décompose, cède son oxygène au charbon, qui passe à l'état d'oxyde de carbone, et le phosphore, ainsi mis en liberté, se sublime et se condense dans les récipients qui sont remplis d'eau.

A une température qui ne dépasse pas 27°, et

sous la pression ordinaire, l'oxygène pur est sans action sur ce corps; mais si l'on élève la température, il s'y combine sur-le-champ, en donnant lieu à un dégagement considérable de calorique et de lumière et en produisant des vapeurs blanches d'acide phosphorique. Lorsque l'oxygène est mêlé à un autre gaz, ou que l'on diminue la pression, la combustion du phosphore a lieu à la température ordinaire, mais d'une manière très lente, et au lieu de se transformer en acide phosphorique, il donne naissance à de l'acide hypophosphorique; c'est ce qui a lieu lorsqu'on expose de petits fragments de phosphore à l'air. Enfin, lorsqu'on met du phosphore dans de l'eau et que ce liquide reste exposé à l'action de l'air et de la lumière, il se forme autour de ce corps une croûte blanche qui paraît être de l'oxyde de phosphore hydraté. Les autres combinaisons du phosphore avec l'oxygène (acides phosphoreux et hypophosphoreux) ne s'obtiennent pas directement. Il peut se combiner directement avec le gaz hydrogène et former du *gaz hydrogène phosphoré* ($P.H^3. = 214{,}88$), qui est incolore, d'une odeur alliacée, peu soluble dans l'eau et très combustible. Il existe aussi un *gaz hydrogène per-phosphoré* ($P.H^2.$), qui s'enflamme spontanément à l'air et se décompose très facilement; ces deux corps paraissent jouir de propriétés basiques et se combinent avec quelques acides.

Le phosphore ne paraît pas susceptible de se combiner avec le bore ni avec le carbone; il brûle dans le chlore et forme ainsi deux composés; savoir : un proto-chlorure qui est liquide, et un perchlorure solide. La combinaison du phosphore avec le brôme et l'iode se fait avec dégagement de calorique et de lumière.

514. A l'aide de la chaleur, le phosphore se combine avec la plupart des métaux; tous les *phosphures métalliques* sont solides, inodores et cassants; la chaleur dégage une partie du phosphore de ceux des quatre dernières classes; ils sont facilement décomposés par l'oxygène, par le chlore, le brôme et l'iode: l'eau réagit vivement sur ceux de la première section (en donnant naissance à un hypophosphite, à de l'hydrogène phosphoré et à de l'hydrogène pur), mais n'altère pas ceux des quatre dernières sections, à moins qu'ils ne soient très divisés et qu'il n'y ait contact de l'air.

Acide hypophosphoreux. ($P^4.O^3.=1084,60.$)

515. Ce corps, qui ne peut être obtenu anhydre, est regardé par quelques chimistes comme n'étant pas un acide particulier, mais bien un phosphate acide à base d'hydrogène phosphoré ($P^2.O^5.+2\ P.H^2.$). Quoi qu'il en soit, c'est un liquide incristallisable, décomposable par la chaleur (en hydrogène phosphoré, phosphore et acide phosphorique), soluble dans l'eau en toutes proportions, très avide d'oxygène, et pouvant se combiner à un grand nombre de bases salifiables.

516. Les *hypophosphites* sont très solubles et ne cristallisent que difficilement. Ils sont en général déliquescents. Ils se forment toutes les fois qu'on traite un phosphure alcalin par l'eau.

Acide phosphoreux. ($P^2.O^3.=692,30$).

517. Il n'est connu qu'à l'état d'hydrate blanc, cristallisable en aiguilles, très aigre et inodore; par la chaleur il se transforme en hydrogène proto-phosphoré et en acide phosphorique.

Les *phosphites* neutres renferment 1 1/2 autant

d'oxygène dans l'acide que dans la base; presque tous sont insolubles; ceux de potasse, de soude et d'ammoniaque sont déliquescents, mais sont insolubles dans l'alcool; projetés sur les charbons ardents, ils donnent une flamme jaune.

Acide hypophosphorique ou *phosphatique.* ($P^6.O^{13}.=2479.$)

518 L'existence de cet acide est problématique, car il se comporte toujours comme le ferait une combinaison d'acide phosphorique et d'acide phosphoreux ($=2P^2.O^3.+P^2.O^5.$), et sa composition, comme acide simple, serait tout-à-fait anomale. Il est liquide, visqueux, incolore, très aigre et d'une odeur légèrement alliacée; on n'a pu l'obtenir privé d'eau; exposé à l'action du feu, il se décompose rapidement; enfin, il se détruit dès qu'on le combine avec les bases, et donne naissance à des phosphates et des phosphites.

Il se forme toutes les fois que le phosphore brûle très lentement à l'air.

Acide phosphorique. ($P^2.O\ .=892{,}3.$)

519. L'acide phosphorique anhydre est solide, blanc, pulvérulent, très acide et très soluble dans l'eau. On l'obtient au moyen de la combustion vive du phosphore dans de l'oxygène sec.

520. Lorsque cet acide a été combiné à l'eau, on ne peut plus l'en séparer, même par la chaleur la plus intense; on obtient ainsi un *hydrate* solide et caustique, qui fond à une chaleur rouge, se vaporise à une température plus élevée, et donne par le refroidissement un verre transparent; calciné avec du charbon, il donne du phosphore qui s'enflamme; exposé à l'air, il en attire l'humidité. Une

goutte de cet acide liquide fait naître, dans l'eau de chaux, un précipité blanc de sous-phosphate de chaux.

521. L'acide phosphorique peut s'unir aux bases, en cinq proportions différentes. Dans les *phosphates* neutres, l'oxygène de la base est à celui de l'acide comme 2 à 5. Ceux des quatre premières sections ne sont pas décomposés par le chlore ; mais ceux des deux dernières sections sont détruits par le feu, la base perdant son oxygène. Tous, excepté ceux de potasse et de soude, sont insolubles dans l'eau, mais s'y dissolvent à l'aide d'un excès d'acide, et tous les acides forts décomposent partiellement ces sels, de façon à les transformer en phosphates acides. Chauffés avec du charbon, presque tous ceux des cinq dernières classes sont décomposés et transformés en phosphures.

522. Depuis peu on a constaté que l'acide phosphorique et les phosphates acquièrent par la calcination, des propriétés différentes de celles qu'ils avaient auparavant, et cela sans changer de composition. On a donné à l'acide phosphorique ainsi modifié, le nom *d'acide pyrophosphorique*; il précipite l'albumine, tandis que l'acide phosphorique ne la précipite pas ; mais il ne tarde pas à perdre ces propriétés, et à passer à l'état d'acide phosphorique ordinaire. Les *pyrophosphates* sont plus stables ; celui de soude donne, avec le nitrate d'argent, un précipité blanc, et la liqueur reste neutre ; le phosphate de soude forme, au contraire, un précipité jaune, et la liqueur devient acide. D'autres propriétés servent encore à distinguer ces corps, qui sont cependant des *composés isomères*, c'est-à-dire formés des mêmes éléments unis dans les mêmes proportions.

AZOTE. (P.At. = 196,14.)

523. Ce gaz, confondu d'abord avec l'acide carbonique, en fut distingué en 1772 par Rumford. Il forme plus des trois quarts de la masse de l'air atmosphérique, et entre dans la composition de presque toutes les substances animales.

Il est incolore, inodore et insipide; sa densité est de 0,976; il éteint les corps en combustion, sans s'enflammer lui-même, et ne se dissout pas sensiblement dans l'eau.

L'azote ne peut presque jamais se combiner directement avec d'autres corps; mais il forme, avec plusieurs d'entre eux, des composés très remarquables. On connaît cinq combinaisons d'oxygène et d'azote; savoir : le *protoxyde d'azote*, le *deutoxyde d'azote*, l'*acide hyponitreux*, l'*acide nitreux* et l'*acide nitrique* (525 à 530). Les quatre premiers ne peuvent être obtenus que par des moyens indirects; mais si l'on fait passer pendant très long-temps, une série d'étincelles électriques, dans un mélange d'oxygène et d'azote, en contact avec une dissolution de potasse, on détermine la formation d'un peu d'acide nitrique. L'hydrogène ne peut être uni directement à l'azote, mais peut cependant s'y combiner, et donner ainsi naissance à une base salifiable très puissante, appelée *ammoniaque* (532). Il existe aussi un *chlorure* et un *iodure d'azote*, qui sont très détonants et s'obtiennent par la réaction du chlore ou de l'iode, sur l'ammoniaque. A l'état naissant, l'azote s'unit également au carbone pour former du *cyanogène* (563); enfin il peut, dans les mêmes circonstances, se combiner avec divers métaux : on n'a encore bien étudié que les *azotures* de potassium et de sodium, qui traités par l'eau, se transforment en ammoniaque et en oxydes métalliques.

Air atmosphérique.

524. L'air atmosphérique est un simple mélange d'oxygène, d'azote, d'un peu d'acide carbonique et de vapeur aqueuse ; mais, abstraction faite de ces deux dernières substances, sa composition est aussi invariable que si l'oxygène et l'azote s'y trouvaient combinés en proportions définies. On y trouve toujours 21 p. d'oxygène, pour 79 d'azote. La quantité d'acide carbonique contenue dans l'air, est au contraire très variable ; M. Thénard y a trouvé 3,71 dix millièmes de ce gaz (en volume), et d'après les expériences de M. Th. de Saussure, il paraîtrait qu'en été cette quantité s'éléverait à environ 7/10000, tandis qu'en hiver, elle ne serait que d'environ 4/10000. Quant à la proportion de la vapeur aqueuse, elle est bien plus variable encore.

Protoxyde d'azote. ($Az^2.O.$)

525. Gaz incolore, inodore et d'une saveur sucrée ; sa densité est de 1,5269. Chauffé très fortement, il se transforme en acide nitreux et en azote.

Il asphyxie promptement les animaux, en leur causant une espèce d'ivresse mais il entretient la combustion à la manière de l'oxygène, et si on y plonge une bougie qui offre quelques points en ignition, elle se rallume. L'eau en dissout à peu près la moitié de son volume.

On l'obtient en chauffant le nitrate d'ammoniaque desséché dans une petite cornue de verre ; le sel se transforme en entier en protoxyde d'azote, et en eau ; et cela est facile à comprendre, car il est composé de deux at. d'ammoniaque ($= H^6.+Az^2.$), et de un at. d'acide nitrique ($= Az^2.\ O^5.$) ; or, les quatre atomes provenant de la base et de l'oxyde, se combinent avec O^2. provenant de l'acide pour

former 2Az.O., et O^3. de l'oxyde, et H^6. de l'ammoniaque se trouvent juste dans les proportions convenables pour former six atomes d'eau.

Deutoxyde d'azote. (Az.O.)

526. Ce gaz, que l'on désigne aussi sous le nom de *gaz nitreux*, est incolore et insoluble dans l'eau ; mais aussitôt qu'il se mêle à de l'oxygène, il se transforme en acide nitreux, qui est rouge orangé, et très soluble dans l'eau. Sa densité est de 1,039. Il éteint les corps en combustion, et asphyxie subitement les animaux qu'on y plonge.

On l'obtient en décomposant de l'acide nitrique, par un métal, tel que du cuivre, qui s'empare d'une portion de l'oxygène d'une certaine quantité de l'acide, et le transforme en deutoxyde d'azote ; l'oxyde de cuivre ainsi formé, se dissout dans une autre portion d'acide, et forme du nitrate de cuivre. Voici l'expression atomique de cette réaction ; un at. d'acide nitrique ($Az^2.O^5.$), cède O^3. à 3 at. de cuivre, et devient $Az^2. + O^2. =$ 2 at. de deutoxyde d'azote ; 3 Cu.O. se combinent avec $3Az^2.O^5.$, et donnent 3 at. de nitrate de cuivre.

527. On a désigné sous le nom de *hypoazotites* certaines combinaisons de deutoxyde d'azote, avec les bases salifiables ; ces corps sont cristallisables, solubles dans l'alcool, et décomposés par la chaleur ; les acides puissants en dégagent le deutoxyde d'azote.

Acide hyponitreux. ($Az^2.O^3. = 477,04.$)

528. Cet acide n'a pas encore été isolé, et n'existe qu'à l'état de combinaison avec les bases salifiables.

Les *hyponitrites* neutres renferment trois fois autant d'oxygène dans l'acide que dans la base; ils sont décomposés par le feu, et solubles dans l'eau ;

les acides puissants s'emparent de leur base, et déterminent la décomposition de leur acide en deutoxyde d'azote et en acide nitrique.

Acide nitreux. ($Az.O^2. = 288{,}52.$)

529. Liquide à la température et à la pression ordinaire, sa saveur est très caustique, son odeur très forte, et sa couleur variable suivant la température, incolore à—20°, jaune foncé à 0° et jaune orangé de 15° à 28°. Il bout à 28°, et se réduit en un gaz rouge orangé. Les bases puissantes le décomposent; il corrode la peau et la tache en jaune. On l'obtient pur en décomposant, par le feu, du nitrate de plomb sec.

Acide nitrique. ($Az^2.O^5. = 677{,}02.$)

530. On ne connaît pas d'acide nitrique anhydre; le plus pur que l'on puisse se procurer, est un hydrate renfermant 14 à 15 pour 100 d'eau; dans cet état, il est liquide, blanc, odorant, très fumant à l'air, très sapide et très corrosif; sa densité est de 1,51; il entre en ébullition vers 86° et se congèle à—50°. Une chaleur rouge le décompose en acide nitreux et en oxygène : il en est de même de la lumière; et c'est à cause de cette réaction que l'acide nitrique se colore en jaune, très peu de temps après qu'il a été préparé. L'oxygène, le chlore, le brôme, l'iode ne le décomposent pas; l'hydrogène, le soufre, le bore, le carbone, et presque tous les métaux le décomposent. Ces derniers corps s'emparent d'une portion de l'oxygène, mettent du deutoxyde d'azote à nu, et en général, se dissolvent ensuite dans une portion d'acide non attaquée. Les métaux qui ne décomposent pas l'acide nitrique, sont l'or, le platine, l'iridium, le rhodium, l'osmium, le titane, le cérium, le columbium, le tungstène et le chrôme. L'étain,

l'antimoine et le molybdène le décomposent sans s'y dissoudre. Cet acide est également décomposé par les substances organiques avides d'oxygène, et il les colore en jaune.

Il n'existe dans la nature que combiné avec la soude, la chaux et la magnésie.

On le prépare en traitant six parties de nitrate de potasse par quatre parties d'acide sulfurique du commerce, et en distillant l'acide nitrique ainsi mis à nu.

Pendant cette opération, on voit apparaître des vapeurs rouges qui, ensuite, deviennent blanches, pour repasser encore au rouge. Il est facile d'expliquer la formation de ces vapeurs : en effet, l'acide sulfurique tend à se combiner avec la potasse ; mais d'abord il ne sépare qu'une portion d'acide nitrique qui, lui cédant son eau, se transforme en acide nitreux et en oxygène. Quelque temps après, le nitrate de potasse venant à fondre, l'acide sulfurique s'empare entièrement de la potasse, et perd en même temps son eau qui, s'unissant à l'acide nitrique mis en liberté, suffit pour tenir les éléments de celui-ci combinés entre eux. Enfin, il ne se trouve bientôt plus assez d'eau pour s'opposer à la décomposition de l'acide nitrique, et alors on voit reparaître ces vapeurs rouges qui avaient paru à la première époque de l'opération.

On emploie souvent l'acide nitrique pour dissoudre beaucoup de métaux ; on s'en sert dans la teinture, dans la chapellerie, etc. ; en médecine, on l'emploie pour ronger les callosités, les verrues, etc. Son action sur l'économie animale est très délétère.

531. Les *nitrates* neutres renferment cinq fois autant d'oxygène dans l'acide que dans la base. Tous ces sels sont décomposés par une température

plus ou moins élevée, et *fusent* sur les charbons ardents (c'est-à-dire dégagent des gaz qui en activent la combustion). L'hydrogène, le bore, le carbone, le soufre, le phosphore et tous les métaux qui s'oxydent par le contact de l'oxygène, décomposent les nitrates à l'aide de la chaleur, et se transforment en oxyde ou en acide : ces sels peuvent même oxyder l'or et le platine; presque tous sont solubles dans l'eau, et tous le deviennent lorsqu'ils sont avec excès d'acide; les acides sulfurique, phosphorique, hydrochlorique, hydrofluorique et arsénique, à l'état liquide, les décomposent soit à froid, soit par l'ébullition. Avec l'acide hydrochlorique, il se dégage du chlore et de l'acide nitreux ; mais avec les autres acides, l'acide nitrique est expulsé sans altération.

On trouve dans la nature des nitrates de potasse, de soude, de chaux et de magnésie ; les trois premiers se forment à la surface des vieux platras et sur les parois de certaines cavernes calcaires.

Ammoniaque ou *Hydrure d'azote* ($Az^2.H.=107,25$).

532. Ce gaz est incolore, très âcre, caustique, d'une odeur *suî generis*, très forte et très irritante, et d'une densité de 0,591; par l'action du froid et de la compression, il se liquéfie. La chaleur ne paraît pas le décomposer; l'eau en dissout environ cinq cents fois son volume, et la dissolution (que l'on nomme ordinairement *ammoniaque liquide*) se fige et devient inodore à—40°. Par l'ébullition, elle perd presque tous le gaz qu'elle tient en dissolution et son exposition à l'air libre, produit un résultat analogue; de même que le gaz, elle verdit fortement le sirop de violettes. A froid, l'oxygène est sans action sur l'ammoniaque; mais à l'approche d'un corps enflammé,

un mélange de ces deux gaz détone avec violence; il se forme de l'eau, de l'azote et un peu d'acide nitrique. Le chlore et l'iode décomposent ce gaz à froid; le soufre agit de même à chaud. On le prépare en chauffant légèrement un mélange de chaux vive et d'hydrochlorate d'ammoniaque; la chaux décompose ce sel, s'empare de l'acide et met l'ammoniaque à nu.

533. L'ammoniaque est une base très puissante, et se comporte avec les acides à peu près comme la potasse et la soude. Les sels ainsi formés sont volatils ou décomposables par la chaleur; ils sont en général solubles dans l'eau, et se distinguent facilement en ce que, triturés avec de la potasse, de la soude, de la chaux, etc., ils dégagent de l'ammoniaque reconnaissable à son odeur. Les dissolutions de ces sels donnent un précipité jaune-serin, avec l'hydrochlorate d'ammoniaque, et ne sont pas troublées par les carbonates alcalins, les hydrosulfates, ni le cyanure jaune de potassium. Dans les sels neutres, à base d'ammoniaque, le volume du radical de l'acide est au volume du radical de la base comme 2 est à 1; un atome d'ammoniaque est, par conséquent, équivalent à un atome d'un oxyde métallique.

Arsenic. (P.At.=470,38.)

534. Jusqu'en ces derniers temps, on s'accordait généralement à regarder l'arsenic comme un métal, mais aujourd'hui la plupart des chimistes le rangent parmi les corps non métalliques, avec lesquels il a réellement le plus d'analogie. (Dans la classification de M. Thénard, ce corps prend place parmi les métaux de la quatrième section).

Il est solide, gris d'acier, brillant lorsqu'il n'a pas été exposé au contact de l'air humide, très fragile,

d'une texture cristalline, grenue ou lamelleuse, inodore, insipide, d'une densité, de 5,75, et insoluble dans l'eau; chauffé à l'abri du contact de l'air, il se sublime sans fondre.

On le prépare en décomposant de l'acide arsénieux par du charbon, à l'aide de la chaleur, et en sublimant le produit.

535. Chauffé au contact de l'oxygène ou de l'air, l'arsenic brûle et se transforme en acide arsénieux qui se volatilise en répandant une fumée épaisse, ayant une odeur alliacée; exposé à l'air humide et froid, il ne tarde pas à se transformer en protoxyde noir. Par des moyens indirects, on obtient un troisième composé d'oxygène et d'arsenic, appelé *acide arsénique*. L'hydrogène forme avec l'arsenic deux combinaisons, savoir : un *hydrure d'arsenic*, solide et brun rougeâtre et de l'*hydrogène arséniqué*, gaz incolore, d'une odeur nauséabonde particulière, soluble dans l'eau et décomposable par l'oxygène, le chlore et le soufre; ce gaz est extrêmement vénéneux; sa composition est analogue à celle de l'ammoniaque ($As.H^3.$). L'arsenic brûle dans le chlore à la température ordinaire et donne d'épaisses vapeurs de *chlorure d'arsenic* ou *beurre d'arsenic* ($As.Ch^5.$), qui, en se condensant, forment un liquide très caustique, et d'une consistance huileuse; ce chlorure bout à 132°, et se transforme par le contact de l'eau, en acide arsénieux et en acide hydrochlorique. L'arsenic se combine aussi très facilement avec l'iode, le brôme et le phosphore; il forme avec le soufre plusieurs composés dont les plus importants sont le réalgar et l'orpiment. Le *réalgar* (As. S.) est solide, d'une couleur rouge orangée, très fusible et volatil; il se trouve dans la nature. L'*orpiment* est un sesqui-sulfure ($As^2.\ S^3.$); sa couleur est jaune, et la plupart de ses propriétés sont

les mêmes que celles du réalgar. Ces sulfures se dissolvent dans les sulfures alcalins, et jouent, dans beaucoup de réactions, le rôle d'acides.

La plupart des métaux forment, avec l'arsenic, des alliages plus ou moins cassants, et qui se décomposent à des températures élevées.

Oxyde d'arsenic. ($As^8.O^3$.)

536. Poudre noire, peu ou point soluble dans l'eau, décomposable par la chaleur.

Acide arsénieux ou *Oxyde blanc d'arsenic.* ($As^2.O^3. = 1240,77$.)

537. Il est solide, blanc, tantôt opaque, tantôt demi-transparent, en général sous forme de masses vitreuses, inodore, et d'une saveur âcre et corrosive. Chauffé, il se volatilise, et donne une fumée blanche, d'une odeur alliacée, soluble dans l'eau; sa dissolution rougit très faiblement le tournesol, précipite l'eau de chaux en blanc, et, au bout de quelques heures, donne, avec l'acide hydrosulfurique, un précipité jaune, soluble dans l'ammoniaque.

On l'obtient en grillant du minerai de cobalt arsénical.

538. Ce corps n'a que très peu de tendance à s'unir aux acides: on connaît cependant quelques sels peu stables ainsi formés; leurs dissolutions sont précipitées en blanc pâr l'eau, en jaune par les sulfures solubles, et en blanc par le cyanure jaune de potassium.

539. Les *arsénites*, excepté ceux de potasse, de soude et d'ammoniaque, sont tous insolubles dans l'eau; la chaleur les décompose; l'acide se dégage, ou se transforme en partie en acide arsénique, aux dépens de l'oxygène d'une autre portion qui se réduit; les acides puissants décomposent ces sels; leurs

dissolutions donnent, avec le sulfate de cuivre ammoniacal un précipité vert, et avec le nitrate d'argent un précipité jaune.

Acide arsénique. ($As^2.O^5. = 1440,77.$)

540. Il est solide, blanc, incristallisable, d'une saveur aigre et caustique, très soluble dans l'eau et déliquescent; à une chaleur rouge, il fond et se décompose en acide arsénieux et en oxygène; chauffé avec du charbon et de la potasse, il donne (comme l'acide arsénieux) de l'arsenic métallique.

On prépare ce corps en chauffant légèrement un mélange d'acide arsénieux, d'acide nitrique et d'acide hydrochlorique; ce dernier ne sert qu'à faciliter l'action de l'acide arsénieux sur l'acide nitrique, en le rendant plus soluble.

541. Les *arséniates* ont une composition analogue aux phosphates (dans les arséniates neutres, l'oxygène de l'acide est à l'oxygène de la base, comme 5 à 2). A une température plus ou moins élevée, tous fondent ou éprouvent un commencement de fusion; la plupart ne sont pas décomposés par la chaleur; mais calcinés avec le charbon, tous le sont, et leur acide est réduit. Les arséniates à base alcaline sont très solubles, et les autres le deviennent par un excès d'acide; aussi, lorsqu'on traite un arséniate insoluble par un acide puissant, et capable de former avec sa base un sel soluble, une portion de l'arséniate se transforme en arséniate acide, et le tout se dissout. Les dissolutions d'arséniates donnent, avec les sels de cobalt, un précipité rose, qui se redissout dans un excès d'acide; avec le nitrate d'argent un précipité rouge-brique; ils ne sont pas troublés par l'acide hydrochlorique, qui précipite en blanc les arsénites.

Bore. (P.At.=67,99.)

542. Ce corps se trouve à l'état de combinaison dans les eaux de divers lacs salés.

Il est solide, pulvérulent, brun verdâtre, insipide, inodore, plus pesant que l'eau, infusible et fixe.

Chauffé dans de l'oxygène, il brûle et se transforme en acide borique (544), qui est la seule combinaison connue de ces deux corps. Il peut former avec l'eau un hydrate, mais ne se dissout pas dans ce liquide.

On l'obtient en décomposant l'acide borique anhydre par le potassium, à l'aide de la chaleur.

543. Le bore en se combinant avec le fluor donne naissance à un corps très remarquable, le *fluorure de bore* ou *acide fluoborique* ($B.Fl^3.$), qui est gazeux, incolore, et qui répand à l'air des vapeurs extrêmement épaisses ; c'est le plus soluble de tous les gaz, et il est extrêmement corrosif. Le *chlorure de bore* est également gazeux, fumant et très soluble. Le bore brûle dans la vapeur de soufre, et donne ainsi un sulfure solide et blanc, qui se décompose dans l'eau.

Acide borique. ($B^2.O^3. = 435,98.$)

544. Il est solide, incolore, transparent, vitreux, inodore et d'une saveur légèrement acide ; sa densité est de 1,830. Il entre en fusion à une chaleur rouge ; il a beaucoup d'affinité pour l'eau ; 100 parties de ce liquide à 100° en dissolvent 8 parties, et en laissent déposer, par le refroidissement environ 5 parties, qui affectent la forme de petits cristaux prismatiques, et constituent un bihydrate ($B^2.O^3. + 3H^2.O.$), qui, à la température de 100°, perd la moitié de son eau, et se transforme en un hydrate ($2B^2.O^3. + 3H^2.O.$), qui, à son tour, ne se décompose qu'à une chaleur

rouge. Ainsi l'acide borique peut être obtenu à trois états différents, anhydre (ou vitrifié), bihydraté (cristallisé), et hydraté (cristaux desséchés à 100°).

L'acide borique se dissout dans l'alcool, et donne à la flamme de cette substance une couleur verte.

On l'obtient en décomposant le borate de soude par l'acide sulfurique, ou en purifiant l'acide borique qui se trouve dans les eaux de certains lacs de la Toscane.

545. Les *borates* neutres sont composés de telle manière, que la quantité de l'oxygène de l'acide est six fois plus considérable que celle de l'oxygène de la base; ces sels ne sont altérés par le feu, qu'autant que leur base est elle-même réductible; dans le cas contraire, ils se vitrifient. Presque tous sont insolubles; par l'ébullition ils sont décomposés par presque tous les acides.

Silicium. (P.At. = 92,60.)

546. Ce corps est sous la forme d'une poudre brune et terne, plus pesante que l'eau, ni fusible ni volatile, ne décomposant pas l'eau et ne s'y dissolvant pas. Lorsqu'il est pur, il ne se combine que très difficilement à l'oxygène; mais sous l'influence d'un alcali, la réaction s'opère beaucoup plus facilement. Les acides purs sont sans action sur ce corps; il n'est attaqué que par un mélange d'acide nitrique et d'acide fluoborique (produits fluoreux de silicium pur et de deutoxyde d'azote).

Il existe un *hydrure de silicium* qui est beaucoup plus attaquable que le silicium lui-même. Le *fluorure de silicium* ($Si.Fl^2$.) est un gaz incolore, fumant à l'air et très acide; l'eau le dissout en le transformant en hydrofluate de fluorure de silicium, et en silice qui se dépose. *Le chlorure de silicium* est liquide et décompose l'eau, pour se transformer en

silice et en acide hydrochlorique. Le silicium peut s'unir au fer, au potassium, au sodium et au platine.

Acide silicique ou *Silice*. (Si.O.=192,6.)

547. Pendant long-temps, on a rangé ce corps parmi les terres, et on l'a regardé comme un oxyde métallique ; mais il joue le rôle d'un acide. Il est solide, blanc, insipide, ni volatil, ni fusible, à moins qu'on ne le soumette à l'action du chalumeau à gaz hydrogène et oxygène ; il est complétement insoluble dans l'eau, et sans action bien sensible sur les couleurs végétales.

La silice est très abondamment répandue dans la nature, sous forme de quartz, de silex, de grès, etc.

L'*hydrate de silice* est gélatineux, légèrement soluble dans l'eau et beaucoup plus facile à attaquer que la silice anhydre ; il perd son eau par la calcination.

548. La silice forme, avec les bases, un grand nombre de sels qui sont pour la plupart insolubles et plus ou moins fusibles. Les *silicates* peuvent aussi se combiner entre eux, et donnent naissance à divers produits, tels que le verre, les poteries, etc.

Carbone. (P.At.=37,66.)

549. Le carbone se présente sous trois formes très différentes : le *charbon ordinaire*, le *graphite* ou la *plombagine* et le *diamant*.

Il est toujours solide, inodore et sans saveur ; à l'état de diamant, il est transparent, incolore ou légèrement coloré en rose, jaune, bleu, vert, etc., d'une dureté extrême, et en général cristallisé (quelquefois il affecte la forme de grains arrondis). A l'état de graphite artificiel (qu'il ne faut pas con-

fondre avec le graphite ou la plombagine naturelle, qui est un carbure de fer), il se présente sous la forme de lamelles opaques, micacées, noires; et à l'état de charbon, il est amorphe, noir, fragile et plus ou moins poreux. Il n'est pas sensiblement volatil ni fusible. A l'aide de la chaleur, il se combine avec l'oxygène, et brûle avec d'autant plus de facilité qu'il est moins dense; cette réaction donne lieu, tantôt à de l'acide carbonique, tantôt à de l'oxyde de carbone. Il existe aussi d'autres combinaisons de carbone et d'oxygène (l'acide oxalique $=C^4.O^3.$, l'acide mellitique $=C^8.O^3.$ et l'acide croconique $C^{10}.O^3.$); mais elles ne se forment pas directement et appartiennent au règne organique L'hydrogène forme aussi avec le carbone plusieurs composés (556).

550. Le *charbon* n'est pas du carbone pur; il contient toujours un peu d'hydrogène, des sels, etc. La quantité de carbone varie selon les qualités de charbons. Ainsi le charbon de bois de sapin contient, sur 100 parties de sa portion charbonneuse, 98,56 de carbone, et 1,44 d'hydrogène, tandis que le charbon de bois ordinaire non calciné contient 97,85 de carbone, et 2,16 d'hydrogène. Quant au charbon animal, il ne contient que 71,7 de carbone et 28,3 d'azote. Le charbon non azoté est solide, noir, fragile, très poreux, insipide, inodore et plus pesant que l'eau. Lorsqu'il contient très peu de matières étrangères au carbone, il est excellent conducteur du calorique. Dans les autres cas, il conduit mal ce fluide. Soumis à une forte chaleur dans des vaisseaux clos, le charbon perd son eau hygrométrique, et fournit une certaine quantité de gaz composé d'oxygène, d'hydrogène et de carbone: si l'on a eu soin de bien calciner le charbon auparavant, il ne se dégage pas d'oxygène. Ce corps est très bon

conducteur du fluide électrique, qui le rend plus dur et plus dense, sans pouvoir jamais en séparer le diamant, comme on l'avait d'abord cru. Si l'on se servait de charbon ordinaire pour vouloir conduire le fluide électrique, il ne le conduirait pas, à moins qu'il n'eût été calciné auparavant. Il jouit à un degré très remarquable de la faculté d'absorber les gaz avec lesquels il est en contact.

L'absorption est d'autant plus grande que la température est plus basse et la pression plus forte; qu'il est lui-même moins pulvérisé, plus sec et plus dense, pourvu, cependant, que sa densité ne soit pas trop considérable, au point d'empêcher le gaz de pénétrer. La nature du gaz influe aussi beaucoup sur la quantité qu'en absorbera le charbon. Ainsi, une mesure de charbon de buis absorbe :

90 mesures de	gaz ammoniac.
85	acide hydrochlorique.
65	acide sulfureux.
55	hydrogène sulfuré.
40	protoxyde d'azote.
35	acide carbonique.
35	hydrogène carboné.
9,42.	oxyde de carbone.
9,25.	oxygène.
7,05.	azote.
1,75.	hydrogène.

Le charbon est un corps très employé : il fait partie de la poudre à canon, de l'encre d'imprimerie, etc.; il sert à enlever la mauvaise odeur des matières putréfiées; on l'emploie à décolorer plusieurs liquides, mais c'est principalement du charbon animal dont on se sert ainsi; on l'emploie aussi dans la réduction de presque tous les métaux.

551. Le *diamant* se trouve dans la nature (aux Indes orientales et au Brésil), et n'a pu encore être ob-

tenu par l'art. Le graphite artificiel se forme pendant l'opération de la réduction des minerais de fer dans les hauts fourneaux ; enfin, le charbon végétal s'obtient par la combustion incomplète du bois, et le charbon animal par celle des os, etc.

552. On connaît trois *chlorures de carbone*, dont deux solides et un liquide ; deux *sulfures de carbone* liquides et un *azoture de carbone*, appelé *cyanogène*. Le carbone se combine aussi avec un petit nombre de métaux, tels que le fer (= acier), le potassium et le sodium.

Oxyde de carbone. ($C^2.O.$)

553. C'est un gaz incolore, inodore, presque insoluble dans l'eau et sans action sur les couleurs végétales ; à la température rouge, sous l'influence de l'étincelle électrique, ou à l'approche d'un corps enflammé, il se combine à l'oxygène, brûle avec une flamme bleue, et se transforme en acide carbonique.

Acide carbonique. ($C.O. = 137,66.$)

554. C'est un gaz incolore, d'une odeur piquante, mais faible, d'une saveur légèrement acide, rougissant à peine le tournesol et d'une densité de 1,52. A la pression ordinaire, il ne change pas d'état à un froid de $-20°$; mais il se liquéfie lorsqu'on le comprime en même temps qu'on le refroidit ; la force élastique de la vapeur de ce liquide est très grande et augmente rapidement avec la température : à 0° elle est égale à 23 atmosphères, et à 11° égale à 36 atmosphères. A la température et à la pression ordinaire, l'eau dissout à peu près son volume de gaz acide carbonique. La plupart des corps simples non métalliques sont sans action sur lui. A la chaleur rouge, le charbon le transforme en oxyde de

carbone, et l'hydrogène en eau et en oxyde de carbone. Il éteint les corps enflammés et ne brûle pas; avec l'eau de chaux il donne un précipité blanc: son action sur les animaux est délétère.

Ce gaz entre dans la composition de l'atmosphère, et se rencontre dans certaines cavités naturelles du sol, telles que la *Grotte du chien* près de Naples, dans des caves, etc.; il se produit par la combustion du charbon, la fermentation vineuse, etc. Pour l'obtenir pur, on décompose un carbonate (celui de chaux par exemple) par de l'acide hydrochlorique.

555. Les *carbonates* neutres contiennent de l'acide dans des proportions telles, que son oxygène est égal à deux fois la quantité d'oxygène renfermée dans la base; il existe aussi divers carbonates plus ou moins basiques et acides. Les carbonates neutres de potasse, de soude et de baryte, sont les seuls qui ne soient pas décomposés par la chaleur, pourvu toutefois qu'on n'augmente pas la pression; car alors on parvient à fondre le carbonate de chaux sans le décomposer; du reste, les carbonates qui seuls sont indécomposables par la chaleur, le sont par la vapeur d'eau à une température voisine du rouge cerise. L'eau dissout les carbonates de potasse, de soude, d'ammoniaque et de lithium; et plusieurs autres, s'y dissolvent à l'aide d'un excès d'acide. Tous les acides à l'état liquide décomposent les carbonates à la température ordinaire, et l'acide carbonique s'en dégage avec une effervescence plus ou moins vive; l'eau de chaux et de strontiane troublent la dissolution des carbonates.

Hydrogènes carbonés.

556. L'hydrogène forme avec le carbone, un grand nombre de combinaisons différentes; et d'a-

près des travaux récents, il paraîtrait que plusieurs de ces corps jouent le rôle de base ou de radical, et concourent à former divers produits organiques. Cette classe de corps offre aussi plusieurs exemples de *composés isomères*, et leur étude jettera probablement beaucoup de lumière sur le phénomène singulier de l'isomérisme en général (c'est-à-dire de l'existence de deux ou de plusieurs corps composés des mêmes élémens réunis dans les mêmes proportions, et possédant cependant des propriétés différentes). D'après les recherches de M. Dumas, on serait porté à croire que, dans bien des cas au moins, ces différences tiennent à des degrés divers de condensation.

557. *L'hydrogène proto-carboné* ($C.H^2.$) est un gaz susceptible de brûler en donnant une flamme jaune, (il se transforme ainsi en acide carbonique et en eau) et ne se dissolvant pas sensiblement dans l'eau. A l'aide de la chaleur, le chlore le décompose, s'empare de son hydrogène et précipite le carbone. Ce gaz se dégage de certaines eaux stagnantes, des volcans boueux ou *salses* des Apennins, etc., et se répand souvent dans les mines, où il produit quelquefois des détonations désastreuses, connues sous le nom de *feu grisou*. C'est pour prévenir ces accidents que Davy a inventé la *lampe de sûreté*.

558. L'*hydrogène carboné* ($C^2.H^2.$) est également gazeux et incolore; son odeur est empyreumatique; il est peu soluble dans l'eau, éteint les corps en combustion, et lorsqu'on en approche un corps enflammé, il brûle avec une flamme blanche et fuligineuse, et donne naissance à de l'eau et à de l'acide carbonique. Une chaleur rouge et l'électricité le décomposent et le ramènent à l'état d'hydrogène proto-carboné. Ce corps est sans action sur les couleurs végétales; mais il joue le rôle d'une base puis-

sante ; il neutralise parfaitement les acides les plus forts, et forme avec la plupart d'entre eux, des combinaisons parfaitement neutres, qui sont connues sous le nom *d'éthers composés* ; en général, ces produits ne peuvent être obtenus que par des moyens indirects ; mais l'hydrogène carboné peut s'unir directement avec l'acide sulfurique. L'éther ordinaire et l'alcool paraissent être des hydrates d'hydrogène carboné.

Ce gaz mêlé à d'autres carbures d'hydrogène, est employé pour l'éclairage. Pour l'obtenir pur, on fait réagir de l'acide sulfurique concentré sur de l'alcool : l'acide s'empare de l'eau, et dégage de l'hydrogène carboné, etc.

559. Le *carbure d'hydrogène* a la même composition que le gaz dont nous venons de parler seulement la condensation de ses élémens est deux fois plus grande (un at. de carbure d'hydrogène $= H^4.C^4.$). A une basse température, il est liquide; mais il entre en ébullition à quelques degrés au-dessus de 0°, et se transforme en un gaz ou vapeur incolore, peu soluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool concentré; il brûle avec une flamme brillante.

560. Le *sesqui-carbure d'hydrogène* ($C^6.H^4.$) est liquide à la température ordinaire, et ne bout qu'à 85°,5

561. Il en est de même du *bicarbure d'hydrogène* ($C^6.H^{13}.$); mais ce dernier cristallise à 0°. Ces trois carbures s'obtiennent, par la décomposition de l'huile à l'aide de la chaleur, dans la fabrication du gaz d'éclairage.

562. Il existe un grand nombre d'autres combinaisons d'hydrogène et de carbone, telles que l'essence de térébenthine ($C^{10}.H^8.$), la naphtaline ($C^{10}.H^4.$), l'essence de roses ($C^8.H^8.$) l'idrialine

($C^3.H.$), le naphte ($C^6.H^5.$) etc., etc. Nous aurons l'occasion de revenir sur plusieurs de ces substances.

Azoture de carbone ou *Cyanogène*.
($C^2.Az. = 163,65.$)

563. Ce composé est extrêmement remarquable, en ce que, dans le plus grand nombre de ses réactions, il joue un rôle analogue à celui d'un corps simple; partout où il n'est pas altéré dans sa constitution élémentaire, il se comporte comme le chlore, le brôme et l'iode.

C'est un gaz incolore, qui peut être liquéfié et même solidifié par le froid ou par la compression; d'une odeur *suî generis*, très pénétrante, inflammable (flamme bleuâtre, mêlée de pourpre), soluble dans l'eau, et très soluble dans l'alcool. On l'obtient en chauffant du cyanure de mercure.

564. A l'état naissant, le cyanogène peut se combiner avec l'oxygène, et former un *acide cyanique* ($2C.Az.+O.$), qui ne diffère point, par sa composition, de *l'acide fulminique*, ainsi nommé à cause de la propriété fulminante des sels qu'il forme avec les oxydes d'argent, de mercure, etc.

565. L'hydrogène et le cyanogène n'ont également d'action l'un sur l'autre qu'à l'état naissant: ils forment alors l'acide *hydrocyanique* (567), il en est de même pour le chlore, le brôme et l'iode. Le *chlorure de cyanogène* est gazeux à la température ordinaire, soluble dans l'eau, et très vénéneux. Le bromure et l'iodure de cyanogène sont solides.

566. Le cyanogène se combine avec les métaux, et forme ainsi des *cyanures* qui ont de l'analogie avec les chlorures. Il existe beaucoup de cyanures doubles, dans lesquels l'un de ces corps joue le rôle d'acide, et l'autre celui de base; nous y reviendrons en parlant des combinaisons du fer.

Acide hydrocyanique. ($C^2.Az.+H.=470,09.$)

567. C'est un liquide incolore, d'une odeur très forte d'amandes amères; il bout à 260°,5, et se congèle à environ 15° au-dessous de 0°; il rougit faiblement le tournesol, se décompose très rapidement, même à l'abri du contact de l'air (il se transforme en hydrocyanate d'ammoniaque, et en une matière charbonneuse azotée); il est inflammable et soluble en toutes proportions dans l'eau et dans l'alcool. Le chlore le décompose, et le soufre volatilisé dans sa vapeur l'absorbe; enfin, il agit presque toujours sur les métaux et sur les oxydes métalliques, à la manière de l'acide hydrochlorique.

On le prépare pur en décomposant le cyanure de mercure par l'acide hydrochlorique; il existe dans les amandes, amères, les feuilles de laurier-cerise, etc.: c'est le poison le plus violent que l'on connaisse.

568. L'acide hydrocyanique se combine avec les bases salifiables, pour former des sels; mais il paraîtrait probable que ces composés ne sont pas des hydrocyanates, mais bien des cyanures; et que dans ces réactions, l'acide hydrocyanique se comporte de la même manière que l'acide hydrochlorique; la chose est hors de doute pour le cyanure de mercure: mais tous les chimistes ne sont pas d'accord sur la nature des hydrocyanates ou cyanures alcalins.

DES MÉTAUX.

569. Les métaux sont des corps simples, généralement bons conducteurs du calorique et de l'électricité, toujours opaques, quand ils ne sont pas réduits en feuilles excessivement minces, et doués d'un éclat particulier, qu'ils doivent à leur opacité et à la

facilité avec laquelle ils acquièrent un degré considérable de poli. Tous, excepté le mercure, sont solides, et presque tous sont plus pesants que l'eau. Les uns sont cassants, les autres plus ou moins *malléables* (susceptibles de s'aplatir sous le choc du marteau ou par la pression du balancier et de former ainsi des lames), ou *ductiles*, c'est-à-dire susceptibles d'être tirés à la filière; le degré de leur ténacité varie aussi beaucoup.

570. Le gaz oxygène peut se combiner directement avec la plupart des métaux ; et c'est sur les divers degrés d'affinité de ces corps, que M. Thénard a basé sa classification, qui, avec quelques légers changements, est aujourd'hui généralement adoptée en France. Voici le tableau de cette classification modifiée par M. Dumas.

1re *Classe.* Métaux qui absorbent l'oxygène à toutes les températures et décomposent rapidement l'eau, même à froid, en s'emparant de son oxygène et en dégageant l'hydrogène avec effervescence.

Potassium.	*Barium.*
Sodium.	*Strontium.*
Lithium.	*Calcium.*

2e *Classe.* Métaux qui absorbent l'oxygène à la température la plus élevée, et qui décomposent l'eau, mais à la température de l'ébullition seulement, ou même un peu au-dessus (toujours bien au-dessous de la chaleur rouge.)

Magnesium.	*Aluminium.*
Glucinium.	*Zirconium.*
Yttrium.	

3e *Classe*. Métaux qui absorbent l'oxygène à la température la plus élevée, comme dans les deux classes précédentes, mais ne décomposent l'eau qu'à l'aide de la chaleur rouge.

Manganèse.	*Cobalt.*
Fer.	*Nickel.*
Zinc.	*Cadmium.*
Étain.	

4e *Classe*. Métaux qui absorbent l'oxygène à la température la plus élevée, mais ne décomposent l'eau ni à froid ni à chaud.

Molybdène.	*Colombium.*	*Cérium.*	*Cuivre.*
Chrôme.	*Antimoine.*	*Titane.*	*Tellure.*
Tungstène.	*Urane.*	*Bismuth.*	*Plomb.*

5e *Classe*. Métaux qui ne peuvent absorber l'oxygène qu'à un certain degré de chaleur, et ne décomposent pas l'eau ; leurs oxydes se réduisent à une température élevée.

Mercure.	*Osmium.*

6e *Classe*. Métaux qui ne peuvent absorber l'oxygène ni décomposer l'eau à aucune température, et dont les oxydes se réduisent au-dessous de la chaleur rouge.

Argent.	*Platine.*
Palladium.	*Or.*
Rhodium.	*Iridium.*

571. Les métaux forment, en général, avec l'oxygène plusieurs combinaisons dont une est presque toujours

essentiellement basique : il en est qui sont indifférents et d'autres qui remplissent le rôle d'acides (*Voy*. le tableau, p. 371). Ils se combinent aussi tous avec le chlore (465), et la plupart d'entre eux peuvent également former des bromures (477), des iodures (483), des sulfures (494), etc. Ils se combinent aussi entre eux pour former des alliages.

La plupart des métaux peuvent se dissoudre dans certains hydracides, en décomposant ces corps, et formant, avec leur radical, un composé binaire (tels que les chlorures) ; mais ils ne peuvent se combiner avec les oxacides qu'autant qu'ils ont été préalablement transformés en oxydes.

Sels.

572. Les corps binaires, en se combinant entre eux, donnent naissance à un grand nombre de corps qui sont désignés, par quelques chimistes, sous la dénomination générale de *composés salins* ; mais en général, on réserve le nom de *sels* pour ceux d'entre ces corps, qui résultent de l'union d'un acide et d'un oxyde, ou d'un corps évidemment alcalin aux réactifs ordinaires (tel que l'ammoniaque). Berzelius divise les sels en deux classes, savoir : les *sels haloïdes* et les *sels amphides* ; les premiers résultent de l'union d'un métal et d'un corps *halogène*, tels que le chlore, l'iode, le brôme, le fluor et le cyanogène ; dans bien des cas, on peut les considérer comme des combinaisons d'hydracides avec un oxyde, et c'est en effet l'opinion adoptée par beaucoup de chimistes. Les *sels amphides* sont produits par l'union d'un oxyde, d'un sulfure, etc., avec un acide, ou tout corps binaire qui en joue le rôle.

Les sels formés par les mêmes éléments peuvent différer, quant aux proportions de leurs parties con-

stituantes. On appelle *sels neutres*, ceux dans lesquels la base et l'acide sont unies atome à atome, et dans lesquels les propriétés de ces deux corps sont, en général, plus ou moins complétement masquées les unes par les autres; ces sels sont toujours composés de telle sorte, que la quantité d'oxygène contenue dans leur base, est dans un rapport très simple avec celui de l'oxygène contenu dans leur acide. Voici le tableau de ces rapports : l'oxygène de la base étant toujours prise pour unité, la quantité de l'acide est telle, qu'on y trouve :

Dans les perchlorates. . . . . 7 d'oxyg.
Dans les chlorates, bromates, iodates, nitrates et hyposulfates. 5
Dans les sulfates, séléniates, chlorites, iodites, hyponitrates, borates et silicates.. 3
Dans les phosphates et arséniates.. . . 2,5
Dans les sulfites, sélénites, et carbonates. 2
Dans les phosphites et arsénites. . . . 1,5

573. Les sels avec excès d'acide renferment un et demi, deux, ou trois fois autant d'acide que les sels neutres, et sont appelés *sesquisels*, *bisels* ou *trisels*. Enfin les sels avec excès de base (*sous-sels*), peuvent être *sesquibasiques*, *bibasiques*, *tribasiques*, etc., c'est-à-dire contenir une fois, deux fois, trois fois, etc., autant de base que le sel neutre.

574. Un grand nombre de sels peuvent former avec l'eau des composés définis : on désigne ordinairement l'eau ainsi combinée, sous le nom d'*eau de cristallisation;* et il ne faut pas la confondre avec l'eau qui peut être simplement interposée entre les molécules de ces corps. Souvent les sels se combinent aussi entre eux et forment des *sels doubles*.

575. Les sels (en donnant à ce mot l'acception la plus

généralement adoptée) sont presque tous solides, et un grand nombre d'entre eux peuvent, dans certaines circonstances, affecter des formes régulières et déterminées, ou *cristalliser*. Ce phénomène se produit par le passage lent de l'état liquide ou gazeux à l'état solide; et pour déterminer la cristallisation des corps, on les emploie à l'état de fusion, dissous dans l'eau ou dans tout autre liquide, ou bien on les sublime.

576. L'action de la chaleur sur les sels est très variée: ceux qui contiennent seulement de l'eau interposée, la perdent en *décrépitant*, sans perdre leur transparence; ceux qui contiennent, au contraire, de l'eau combinée, deviennent opaques, lorsqu'ils perdent ainsi ce liquide, et ce phénomène ne produit pas de décrépitation. Quelquefois avant que de perdre l'eau de cristallisation par l'action du feu, les sels s'y dissolvent et éprouvent ce que l'on appelle la *fusion aqueuse*. La chaleur décompose plus ou moins complétement la plupart des sels dont l'un des éléments est volatil ou facile à décomposer lui-même; plusieurs sont liquéfiés par le calorique (*fusion ignée*), et un certain nombre se volatilise.

577. L'eau peut dissoudre un grand nombre de sels, et ce phénomène est, en général, accompagné d'un changement de température : tantôt le mélange s'échauffe, d'autres fois il se refroidit; la première de ces réactions se remarque pendant la dissolution de sels privés d'eau et pouvant se combiner avec ce liquide; la seconde a en général lieu pendant la dissolution de sels déjà saturés d'eau, et dont les molécules ne font que se dissoudre dans le liquide. La solubilité des sels augmente presque toujours avec la température.

Si, au lieu de mettre de l'eau liquide en contact avec un sel soluble, on la remplace par de la glace,

le mélange devient liquide et la fusion de la glace ainsi déterminée produit un froid plus ou moins considérable; les sels qui déterminent l'abaissement de température le plus considérable, sont ceux qui sont déjà saturés d'eau combinée, et qui sont très solubles.

578. Par leur exposition à l'air il est des sels qui absorbent de l'oxygène en perdant une partie de leurs éléments; mais, en général, les altérations qu'ils éprouvent ainsi ne dépendent que de l'eau qu'ils perdent ou qu'ils absorbent : sous ce rapport, les sels insolubles sont inaltérables à l'air. Certains sels solubles attirent au contraire l'humidité de l'air, et deviennent liquides (ce sont les *sels déliquescents*). Enfin, d'autres sont *efflorescents*, c'est-à-dire, perdent leur eau de cristallisation, et se transforment en une poudre opaque : ces derniers ont, en général, peu d'affinité pour l'eau, et y sont cependant très solubles, à cause du peu de cohésion de leurs molécules.

579. Lorsqu'on fait réagir deux dissolutions salines l'une sur l'autre, et que les éléments de ces sels peuvent, en se combinant autrement, donner naissance à deux sels insolubles, ou à un sel insoluble et à un sel soluble, leur décomposition a toujours lieu, à moins qu'il ne se forme un sel double. Si l'échange des bases et des acides ne peut donner naissance à un sel insoluble, la liqueur n'est pas troublée; mais dans le cas contraire, le sel insoluble se dépose en formant un *précipité*.

A. MÉTAUX DE LA PREMIÈRE CLASSE.

580. Tous ces métaux décomposent l'eau à froid, et forment des protoxydes solubles dans l'eau, et doués, au plus haut degré, de la faculté de jouer le rôle de bases puissantes : ils forment aussi des deutoxydes,

mais ces composés qni ne sont ni acides ni basiques, sont décomposés par l'eau (à froid ou par l'ébullition) et ramenés ainsi à l'état de protoxydes. Ils ne se combinent avec le chlore qu'en une seule proportion, et leurs chlorures, bromures, iodures et sulfures, sont solubles. Les phosphures et les arséniures de ces métaux décomposent à l'eau la température ordinaire. Les sels formés par leurs oxydes sont incolores, et les sulfates sont indécomposables au feu.

Potassium. (P.At.=487,91.)

581. Il est solide, mou comme la cire, ductile, blanc et très brillant, plus léger que l'eau et d'une densité de 0,86; il fond à 58° et se transforme, au rouge naissant, en une vapeur verte; au contact de l'oxygène ou de l'air atmosphérique, il s'oxyde très rapidement, devient d'abord bleuâtre, puis blanc (protoxyde), et passe enfin au jaune (peroxyde); il décompose l'eau avec dégagement de chaleur et de lumière. L'élévation de la température est assez grande pour déterminer, au contact de l'air, l'inflammation de l'hydrogène qui se dégage.

582. Le *peroxyde de potassium* ($K.O^3.$) est jaune verdâtre et inaltérable à l'air; les acides et la plupart des corps capables de s'unir à l'oxygène, le réduisent à l'état de protoxyde.

583. Le *protoxyde de potassium* ($K.O.$) est blanc, très caustique, fusible un peu au-dessous de la chaleur rouge, extrêmement soluble dans l'eau et déliquescent. L'*hydrate de protoxyde de potassium* ($K.O.+H^2.O.$) est connu sous les noms de *potasse*, de *pierre à cautère*, etc. Il jouit des propriétés que nous venons d'indiquer comme appartenant à l'oxyde anhydre. La chaleur ne lui fait pas per-

dre son eau, à moins qu'il ne se transforme en peroxyde.

Pour l'obtenir pur, on décompose du carbonate de potasse en dissolution, par de la chaux, et on traite la potasse, ainsi obtenue, par de l'alcool qui dissout ce corps sans attaquer le carbonate non décomposé et les autres sels qui peuvent s'y trouver mêlés; on fait ensuite évaporer la dissolution et fondre la potasse obtenue.

584. *Les sels de potasse* sont tous solubles dans l'eau, presque tous sont même très solubles, et beaucoup d'entre eux attirent l'humidité de l'air. Leurs dissolutions ne sont pas troublées par les alcalis, les carbonates alcalins, les hydrosulfates solubles, le cyanure jaune de potassium et l'acide sulfurique; mais elles donnent, avec le chlorure de platine, un précipité orangé, et lorsqu'elles sont concentrées elles donnent, avec l'acide tartrique, un sédiment blanc grenu de tartrate acide de potasse.

585. Le *sulfate de potasse* cristallise en prismes à 4 ou 6 pans, terminés par des pyramides à 4 ou 6 faces; il décrépite au feu et ne s'altère pas à l'air; à la température ordinaire, l'eau en dissout environ un dixième de son poids. La plupart des acides transforment ce sel en un *bisulfate* qui est acide et soluble dans 6 parties d'eau.

586. Le *nitrate de potasse* ou *nitre*, a une saveur fraîche et piquante; il cristallise en longs prismes à 6 pans, terminés par des pyramides hexaèdres, et souvent cannelées; il fond à 350°, et forme, par le refroidissement, une masse opaque, appelée *cristal minéral*. C'est de tous les nitrates celui dont la détonation, avec les corps combustibles, est la plus violente; aussi l'emploie-t-on pour la fabrication de la poudre à tirer, qui est un mélange de nitre, de soufre et de charbon.

*

587. Le *chlorate de potasse* est inaltérable à l'air ; mêlé à du soufre ou à un corps résineux, il produit au contact de l'acide sulfurique, une vive combustion, résultant de la décomposition subite de l'acide chlorique ; c'est sur cette propriété qu'est basée la fabrication des briquets dits *oxygénés*.

588. Le *carbonate de potasse* réagit sur les couleurs bleues végétales à la manière des alcalis ; il est très soluble dans l'eau, déliquescent et incristallisable. Le *bicarbonate* verdit encore le sirop de violettes mais faiblement ; la chaleur le décompose.

589. Le potassium prend feu lorsqu'on le plonge dans du chlore, et se transforme en un *chlorure*, qui cristallise en cubes, et se dissout dans environ trois fois son poids d'eau à la température ordinaire.

590. Le soufre forme avec le potassium plusieurs *sulfures*, dont la couleur est jaune ou rougeâtre. Le bisulfure, le trisulfure et le quintisulfure, sont confondus sous le nom de *foie de soufre*.

Sodium. (P.At. =290,92.)

591. Les propriétés physiques de ce métal sont à peu près les mêmes que celles du potassium ; il ne fond et ne se volatilise qu'à une température un peu plus élevée, et en décomposant l'eau ; il ne produit pas de lumière, et pas assez de calorique pour déterminer la combustion de l'hydrogène dégagé.

592. Le *protoxyde* de sodium (Na.O.) ressemble au protoxyde de potassium, si ce n'est qu'exposé à l'air, il en attire d'abord l'humidité, puis se dessèche, le carbonate qu'il forme étant efflorescent. Il s'obtient comme le protoxyde de potassium, et il forme de même avec l'eau un *hydrate* (Na.O.+ H^2.O.) analogue à la potasse, et appelé *soude*.

Le *peroxyde de sodium* est un sesquioxyde

$(Na^2.O^3.)$ et jouit des mêmes propriétés que le peroxyde de potassium.

593. Les *sels à base de soude* sont en général plus solubles que ceux de potasse ; ils agissent de la même manière sur les réactifs, si ce n'est qu'ils ne donnent pas de précipité avec le chlorure de platine, ni de dépôt avec l'acide tartrique (les combinaisons ainsi formées étant solubles). Presque tous ces sels contiennent de l'eau de cristallisation, et sont même capables d'éprouver la fusion ignée.

594. Le *sulfate de soude* (sel de Glauber) cristallise en longs prismes à six pans, ordinairement cannelés, et terminés par des sommets dièdres ; son maximum de solubilité est à 33° : à cette température il se dissout dans deux fois son poids d'eau; il est efflorescent, et renferme, dans son état de cristallisation ordinaire, 55 p. % d'eau combinée $(Na.O.+Na^3.+10H^2.O.)$; à la température de 33° il cristallise anhydre.

595. Le *borate de soude* ou *borax* verdit le sirop de violettes, cristallise en général en prismes hexaèdres comprimés, et terminés par des pyramides dièdres ; sa cassure est alors vitreuse et sa transparence imparfaite ; légèrement efflorescent, il est peu soluble à froid, mais soluble dans 2 p. d'eau bouillante.

596. Le *carbonate de soude* cristallise en prismes rhomboïdaux, et contient alors 62 pour % d'eau combinée $(Na.O.+2C.O.+10H^2.O.)$; il est efflorescent et très soluble dans l'eau.

597. Le *chlorure de sodium* (sel marin, sel gemme, etc.) cristallise en cubes, et ne renferme alors que de l'eau interposée ; aussi décrépite-t-il au feu. Un peu au-dessus de la chaleur rouge, il entre en fusion, et se volatilise ensuite sans se décomposer. 100 parties d'eau en dissolvent 36 parties, et sa solubilité n'augmente qu'à peine par l'élévation de la température. Lorsqu'il est pur, il est inaltérable à

l'air (celui du commerce n'est déliquescent qu'à cause du chlorure de magnésium et des autres sels qu'il renferme).

LITHIUM. (P.At.=127,80.)

598. Ce métal ressemble beaucoup au sodium. La *lithine* ou l'*hydrate d'oxyde de lithium* est très caustique et beaucoup moins soluble que la soude. Les sels de lithine sont précipités à froid par les carbonates alcalins, mais ne donnent pas de précipité à chaud (le carbonate ainsi formé étant alors soluble). Le sulfate est très soluble dans l'eau.

BARIUM. (P.At.=856,93.)

599. Solide, de la couleur de l'argent, notablement plus pesant que l'eau, il est fusible au-dessous de la chaleur rouge ; exposé à l'air, il absorbe l'oxygène et se ternit ; il décompose l'eau avec beaucoup d'énergie.

600. L'*oxyde de barium* ou *baryte* ($Ba.O.$) est une substance poreuse, d'un blanc-gris, très caustique et très alcaline, qui, à l'aide de la chaleur, peut absorber de l'oxygène pour se transformer en *bioxyde* ($Ba.O^2.$), et qui peut se combiner avec l'eau pour former un *hydrate* ($Ba.O.+H^2.O.$) solide. La baryte est soluble dans l'eau, et déliquescente; elle attire aussi l'acide carbonique de l'air.

601. Les *sels de baryte* sont, pour la plupart, insolubles dans l'eau; les dissolutions de ces sels donnent avec tous les sulfates solubles, même avec celui de strontium, un précipité blanc, insoluble dans l'acide nitrique.

STRONTIUM. (P.At.=547,30.)

602. Ce métal ressemble beaucoup au barium.

La *strontiane* ou *oxyde de strontium* (St.O.) jouit aussi des mêmes propriétés que la baryte; mais le *bioxyde* ne s'obtient pas directement.

603. Les *sels de strontiane* sont moins insolubles que ceux de baryte. Leurs dissolutions sont précipitées par les sulfates, comme les sels de baryte; mais ils diffèrent de ces derniers, en ce que le sulfate de strontiane qui est un peu soluble, forme un léger précipité dans les sels de baryte, et ne trouble en aucune manière les sels de strontiane : ils colorent la flamme de l'alcool en rouge pourpre.

Calcium. (P.At.=256,03.)

604. Le calcium est solide et blanc; chauffé à l'air il brûle avec un vif éclat.

605. Le *protoxyde de calcium* ou *chaux* (Ca.O.) est blanc, très caustique et infusible; il verdit fortement le sirop de violettes, et se combine à l'eau en dégageant beaucoup de calorique, se fendille et se réduit en une poudre blanche que l'on appelle *chaux éteinte* et qui est un *hydrate* (Ca.O. + H^2.O.). La chaux est soluble dans 770 parties d'eau froide, et dans 1270 parties d'eau bouillante : cette dissolution attire l'acide carbonique de l'air, et donne ainsi naissance à du carbonate de chaux, qui forme une croûte à sa surface.

La chaux vive s'obtient en calcinant le carbonate de chaux, qui se trouve très abondamment dans la nature.

Le *bioxyde de calcium* a les mêmes propriétés que le bioxyde de strontiane.

606. Les *sels de chaux* colorent la flamme de l'alcool à peu près comme ceux de strontiane; mais l'oxalate d'ammoniaque versé dans une dissolution étendue de sel calcaire, forme un précipité abondant d'oxalate de chaux; la dissolution de sulfate

de chaux forme un précipité avec les sels de baryte et de strontiane, et ne trouble pas ceux de chaux.

607. Le *sulfate de chaux* existe en grande quantité dans la nature, soit à l'état anhydre, soit à l'état d'hydrate ; ce dernier corps ($Ca.O. + S.O^3. + 2H^2.O.$) abandonne son eau par une calcination légère et constitue le *plâtre* ordinaire qui, mêlé avec un peu d'eau, l'absorbe rapidement, et se prend en une masse solide.

608. Il existe plusieurs *phosphates de chaux*. Celui qui entre dans la composition des os ($8Ca.O. + 3P^2.O^5.$) est pulvérulent et insoluble dans l'eau.

609. Le *carbonate de chaux* ($Ca.O. + 2C.O.$) constitue le marbre, l'albâtre, la craie, la pierre à chaux, etc.; on le trouve aussi en beaux cristaux : il est insoluble dans l'eau, mais soluble dans ce liquide, lorsqu'il est chargé d'acide carbonique.

B. MÉTAUX DE LA DEUXIÈME CLASSE.

610. Le magnésium, le glucinium, l'yttrium, l'aluminium et le zirconium qui forment ce groupe de métaux peuvent absorber l'oxygène à la température la plus élevée; mais ils ne décomposent l'eau qu'à la température de l'ébullition, ou même un peu au-dessus.

Ils ne forment avec l'oxygène qu'un seul oxyde ; ces oxydes blancs ne sont pas sensiblement solubles dans l'eau; ils forment avec les acides incolores des sels qui le sont également. Ces sels dissous sont décomposés par les alcalis, et peuvent donner, avec l'ammoniaque, un précipité insoluble dans un excès de ce réactif. Les sulfures formés par ces métaux sont peu ou point solubles dans l'eau; les chlorures sont au contraire très solubles.

Magnésium. (P.A.=158,36.)

611. Ce métal est solide, blanc et peu ou point altérable à l'air; à une chaleur rouge il absorbe l'oxygène et se convertit en *oxyde de magnésium* ou *magnésie* (Mg.O.). Ce composé est blanc, pulvérulent, doux au toucher, inodore et insipide; il est presque insoluble dans l'eau, mais il verdit le sirop de violettes; exposé à l'air, il en absorbe peu à peu l'acide carbonique. On le prépare en décomposant le sulfate de magnésie par un carbonate alcalin, et en calcinant le carbonate de magnésie, ainsi obtenu, afin d'en chasser l'acide carbonique.

612. Les *sels de magnésie* sont en général solubles dans l'eau, et ont une saveur particulière, qui est amère et très désagréable. La potasse et la soude précipitent les sels de magnésie en blanc; l'ammoniaque ne les précipite qu'incomplétement, et ne produit même plus cet effet, lorsque la dissolution est très étendue, ou qu'elle renferme un excès d'acide, ou une certaine quantité de sulfate, de nitrate ou d'hydrochlorate d'ammoniaque; car il se forme alors un sel double de magnésie et d'ammoniaque, qui est soluble. Les carbonates alcalins précipitent les sels de magnésie d'une manière incomplète. Le phosphate d'ammoniaque avec excès de base, détermine dans ces dissolutions, même très étendues, un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien insoluble.

613. Le *sulfate de magnésie* cristallise en prismes à quatre pans, terminés par des pyramides à quatre faces, ou par des sommets dièdres. Ces cristaux contiennent 51 pour o/o d'eau ($Mg.O.+S.O^3.+7H^2.O.$), s'effleurissent à l'air et se dissolvent dans trois fois leur poids d'eau. Ce sel se trouve dans

plusieurs eaux minérales, dont on l'extrait par évaporation.

614. Le *carbonate de magnésie* est une poudre blanche et insoluble.

YTTRIUM. (P.At.=402,57.)

615. Il est solide, et n'absorbe l'oxygène de l'air qu'à une chaleur rouge, mais brûle alors avec un grand éclat. L'*oxyde d'yttrium* ou *yttria* (Y.O.) n'altère pas la couleur du sirop de violettes, comme le fait la magnésie, à laquelle d'ailleurs il ressemble beaucoup.

616. Les *sels d'yttria* sont en général solubles, et ont une saveur sucrée et astringente; ils donnent avec les alcalis un précipité qui n'est pas soluble dans un excès de ces réactifs; les sulfates alcalins ne les précipitent pas. Le *sulfate d'yttria* cristallise facilement, s'effleurit à 40°, et devient alors blanc de lait, sans perdre sa forme cristalline.

ZIRCONIUM. (P.At.=420,21.)

617. Le zirconium est regardé par plusieurs chimistes comme ne devant pas être rangé parmi les métaux, mais devant former avec le silicium une classe intermédiaire entre ces corps et les corps non métalliques proprement dits. En effet, il n'est pas conducteur de l'électricité, et ne prend de l'éclat que par l'action du brunissoir. Chauffé au contact de l'air, il brûle et se transforme en un oxyde qui est le *zircone* ($Zr^2.O^3$.) : ce composé est blanc, et devient, par la calcination, insoluble dans les acides. Les sels de zircone sont précipités par le sulfate de potasse. La potasse et la soude les précipitent sans que le précipité soit soluble dans un excès de ces alcalis.

Aluminium. (P.At.=176,66.)

618. L'aluminium est également non conducteur de l'électricité, et n'a été obtenu que sous la forme d'une poudre grisâtre, qui prend sous le brunissoir l'éclat de l'étain; il ne brûle qu'à une chaleur rouge, et décompose lentement l'eau, à la température de l'ébullition.

619. L'*oxyde d'aluminium* ou *alumine* ($Al^2.O^3$.) est blanc, doux au toucher et insipide, mais il happe à la langue; il est infusible au feu le plus violent de nos fourneaux, et se contracte beaucoup par l'action du calorique.

Les *hydrates d'alumine* présentent des caractères physiques variables, suivant qu'ils sont naturels ou qu'ils ont été préparés par des procédés différents; lorsqu'on précipite cet oxyde de ses dissolutions, il forme une masse gélatineuse. Il est très répandu dans la nature et forme la base des argiles.

620. L'alumine peut se combiner aux bases et jouer le rôle d'un acide faible. Les *aluminates* de potasse, de soude, de baryte et de strontiane sont solubles dans l'eau.

621. L'alumine joue aussi le rôle de base par rapport aux acides, et forme, en se combinant à eux, des *sels* dont la saveur est astringente et douceâtre. Les dissolutions concentrées de ces sels donnent, avec le sulfate de potasse ou d'ammoniaque, un précipité d'alun qui est soluble dans l'eau; avec la potasse, ou la soude elles donnent un précipité qui se redissout dans un excès d'alcali; avec les hydrosulfates solubles, elles donnent un précipité d'alumine et un dégagement d'acide hydrosulfurique.

622. Le *sulfate d'alumine* forme, avec les sulfates de potasse, de soude, d'ammoniaque et quel-

ques autres sels analogues, des combinaisons très remarquables dans lesquelles il joue le rôle d'acide. Les *sulfates doubles d'alumine et de potasse*, et *d'alumine et d'ammoniaque*, sont connus sous le nom d'*alun*.

L'*alun de potasse* cristallise en octaèdres réguliers $(K.O.+Na^3.+Al^2.O^3.+3Na.+24H^2.O.)$, qui s'effleurissent légèrement à l'air, et se dissolvent dans quinze parties d'eau froide, et dans les 3/4 de leur poids d'eau bouillante ; il rougit le tournesol et a une saveur astringente; chauffé, il fond dans son eau de cristallisation, puis se boursouffle, se dessèche, devient opaque, et prend le nom d' *alun calciné*. A une chaleur rouge, le sulfate d'alumine se décompose, et par l'action prolongée d'une chaleur blanche, il en serait de même du sulfate de potasse, dont la base se combinerait avec l'alumine.

L'*alun d'ammoniaque* ressemble entièrement au précédent, si ce n'est qu'il se décompose facilement, et que, par une forte calcination, il ne laisse pour résidu que de l'alumine.

En général, on prépare les aluns en mêlant du sulfate de potasse ou du sulfate d'ammoniaque à du sulfate d'alumine obtenu, soit en grillant un mélange de sulfure de fer et de schistes alumineux, ou bien en faisant agir de l'acide sulfurique sur de l'argile.

GLUCINIUM. (P.At.=331,28.)

623. Il est sous la forme de poudre d'un gris foncé, qui ne décompose pas l'eau à la température de l'ébullition; chauffé au rouge, il brûle avec un grand éclat. L'*oxyde de glucinium* ou *la glucine* $(G^2.O^3.)$ ressemble beaucoup à l'alumine anhydre; les sels qu'il forme avec les acides donnent aussi,

avec la potasse et la soude, un précipité soluble dans un excès d'alcali; mais ils ne donnent pas d'alun avec le sulfate de potasse.

C. MÉTAUX DE LA TROISIÈME CLASSE.

624. Ces métaux diffèrent des précédents en ce qu'ils ne décomposent l'eau qu'à une chaleur rouge, et leur ressemblent par la faculté qu'ils ont d'absorber l'oxygène aux températures les plus élevées. Sous l'influence de certains acides ils décomposent l'eau à froid.

MANGANÈSE. (P.At.=355,78.)

625. On n'est pas encore parvenu à obtenir le manganèse métallique pur; mais on le connaît à l'état de carbure : il est alors blanc, cassant, très dur et fort difficile à fondre; il s'oxyde très facilement à l'air et décompose l'eau, même à la température ordinaire; ce qui n'arriverait probablement pas s'il était exempt de carbone.

626. Le manganèse se combine avec l'oxygène en plusieurs proportions.

Le *protoxyde* (Mn.O.) est vert, décompose l'eau à l'aide de la chaleur et absorbe l'oxygène par le grillage; avec l'eau il forme un hydrate qui est blanc, et en se combinant aux acides, il donne naissance à des sels blancs qui produisent, avec les hydrosulfates, un précipité couleur de chair, avec le cyanure jaune de potassium et de fer, les carbonates solubles, et avec les alcalis, un précipité blanc.

627. Le *deutoxyde de manganèse* ou *oxyde rouge* ($Mn^3.O^4.$) peut être considéré comme un oxyde salin, formé par un atome de protoxyde et deux de sesquioxyde, ou bien par deux atomes de protoxyde et un atome de peroxyde; il est inaltérable

par la chaleur et le grillage, et se dissout dans les acides puissants; l'acide nitrique, en l'attaquant, forme du nitrate de protoxyde et du peroxyde qui reste.

628. Le *sesquioxyde de manganèse* ($Mn^2.O^3.$) est brun noirâtre; à la chaleur rouge il se décompose et donne du deutoxyde et de l'oxygène; avec les acides, il se comporte à peu près comme le deutoxyde, passant à l'état de protoxyde soluble et de peroxyde, qui se dépose, en se transformant complétement en protoxyde, et abandonnant de l'oxygène.

629. Le *peroxyde de manganèse* ($Mn.O^2.$) est noir: on le trouve dans la nature en masses cristallines; chauffé au rouge, il dégage beaucoup d'oxygène. On peut le combiner avec l'acide sulfurique, et former ainsi un sel peu stable, de couleur rouge, qui, au contact de corps avides d'oxygène, se décolore et se transforme en sel de protoxyde.

630. Il existe aussi deux acides formés par le manganèse et l'oxygène, savoir : l'acide *manganésique* ($Mn^2.O^5.$) et l'acide permanganésique ($Mn.O^7.$). Le premier est vert et le second rouge; ils forment avec la potasse des sels solubles qui se transforment facilement l'un dans l'autre, et que l'on a désignés sous le nom de *caméléon minéral*, à cause des changements de couleurs qu'ils présentent.

Fer. (P.At.=339,21.)

631. Ce métal se trouve dans la nature à l'état natif, à l'état d'oxyde, de sulfure, d'arséniure et à l'état de sel. Il est solide, d'un gris bleuâtre, d'une structure granuleuse et un peu lamelleuse, malléable, très ductile et d'une grande ténacité; sa densité est de 7,8. Il jouit à un très haut degré de la propriété

magnétique (361) ; il n'entre en fusion qu'à la chaleur blanche. Exposé à l'action prolongée de l'air, le fer se transforme en oxyde, et passe ensuite à l'état de carbonate de peroxyde.

632. L'oxygène forme avec le fer deux oxydes distincts et bien définis (le protoxyde et le peroxyde), qui, en se combinant entre eux, forment divers oxydes salins, qui sont désignés sous les noms d'*oxyde noir*, d'*oxyde magnétique*, de *deutoxyde*, etc.

633. Le *protoxyde de fer* (Fe.O.) n'a jamais été isolé, et ne se prépare qu'à l'état d'*hydrate;* blanc légèrement verdâtre, il est insoluble dans l'eau, et lorsqu'il a le contact de l'air, il ne tarde pas à se transformer en oxyde noir, ou même en peroxyde; c'est une base très puissante, et il prend naissance toutes les fois que le fer s'oxyde en présence d'un acide étendu d'eau, et qu'il n'emprunte pas son oxygène à l'acide.

634. Le *peroxyde de fer* ou *sesquioxyde* ($Fe^2.O^3.$) est rouge et nullement magnétique : dans un grand nombre de circonstances il joue le rôle d'acide, mais il ne se combine pas avec les alcalis; c'est une base très peu énergique, et lorsqu'il a été calciné, il ne se dissout que difficilement dans les acides; on le trouve dans la nature sous diverses formes (fer oligiste, hématite, etc.) et à l'état d'hydrate. Les ocres sont des argiles intimement mêlées à des quantités considérables de cet oxyde, soit anhydre (ocre rouge), soit hydraté (ocre jaune).

635. On désigne sous le nom de *deutoxyde de fer*, divers composés des deux oxydes dont nous venons de parler ; ils sont tous fusibles, noirs à l'état sec, bleus verdâtres à l'état d'hydrate, et magnétiques. De ce nombre sont l'oxyde des battitures de fer ($4Fe.O.+Fe^2.O^3.$), l'oxyde que l'on obtient, lorsqu'on

décompose l'eau à la chaleur rouge ($Fe.O. + Fe^2O^3.$) le *fer oxydule naturel*, etc. Ce dernier est très magnétique, et constitue les aimants naturels.

636. Il existe plusieurs *sulfures de fer:* le bisulfure existe en grande quantité dans la nature, et porte le nom de pyrite ; il est jaune et cristallise en cubes ou en dodécaèdres.

637. Le carbone forme aussi, avec ce métal, plusieurs composés très importants, que l'on connaît sous les noms de *fonte* et d'*acier*. La fonte est un mélange de carbure et de siliciure de fer. L'acier se compose essentiellement de carbure de fer, et ne renferme guère que 1 p. °/₀ de carbone et d'autres substances. L'acier de cémentation s'obtient en chauffant au rouge du fer en contact avec du charbon en poudre ; l'acier fondu est de l'acier de cémentation, qui a été soumis à une fusion complète. Ces composés sont beaucoup plus durs que le fer, et acquièrent un degré de dureté encore bien plus grand par l'opération de la trempe, qui consiste à chauffer l'acier au rouge, et à le tremper ensuite dans l'eau pour le refroidir brusquement.

638. Les *sels de fer* peuvent être formés par les deux oxydes simples de ce métal (le protoxyde et le peroxyde); les uns et les autres donnent, avec le cyanure jaune de potassium et de fer, un précipité bleu, ou bien un précipité blanc qui passe rapidement au bleu par le contact de l'air ; et enfin l'hydrosulfate de potasse en précipite un sulfure noir.

Les *sels de protoxyde* rougissent toujours le tournesol ; ils ont une couleur verte bleuâtre, qui passe au vert émeraude clair, quand ils sont acides ; la plupart sont solubles dans l'eau, et ils ne donnent pas de précipité avec la teinture de noix de galle lorsqu'on abrite le mélange. Le cyanure rouge de potassium et de fer y produit immédiatement un

précipité d'un bleu intense ; par le contact de l'air, leur dissolution se trouble et dépose un ocre jaune, et il reste dans la liqueur un sel double de protoxyde et de peroxyde. Les alcalis font naître, dans ces dissolutions un précipité blanc, qui devient bleu, puis jaune par le contact de l'air; il en est de même avec les carbonates solubles.

Les *sels de peroxyde* ont également une réaction acide : leur couleur est jaune-rouge ; beaucoup sont insolubles dans l'eau, mais tous se dissolvent dans l'acide hydrochlorique ; ils se transforment facilement en sels basiques insolubles. Le cyanure jaune de potassium et de fer, y détermine un beau précipité bleu (qui est du bleu de Prusse (543); le cyanure rouge, au contraire, ne les trouble pas ; la teinture de noix de galle, y développe une couleur noire très intense (encre) ; les alcalis et les carbonates alcalins en précipitent de l'hydrate de peroxyde jaune rougeâtre ; mais lorsque la liqueur contient en même temps de l'albumine, de l'acide tartrique et diverses autres substances organiques, la précipitation par les alcalis ne s'opère plus.

639. Le *sulfate de protoxyde de fer* (couperose verte, vitriol vert, etc.) cristallise en prismes rhomboïdaux, d'une couleur verte bleuâtre faible ($Fe.O. + S.O^3. + 6H.O^2.$) ; il est légèrement efflorescent, et par le contact de l'air, il se transforme peu à peu en un sous-sel de peroxyde, qui est jaune. Il est très soluble dans l'eau.

640. Le *carbonate de protoxyde de fer* est très abondant dans la nature.

641. Le cyanogène forme avec le fer deux composés qui, en se combinant avec d'autres cyanures métalliques, donnent des produits très remarquables. Le *proto-cyanure* de fer (ou prussiate de protoxyde de fer), combiné avec le *cyanure de potas-*

sium, constitue le *cyanure jaune de potassium et de fer* ou *prussiate de potasse*, dont l'usage en chimie comme réactif est si fréquent.

Ce sel est solide, transparent, jaune-citron, sapide, inodore et soluble dans l'eau; il est sous la forme de cristaux cubiques ou quadrangulaires; sa densité, suivant M. Thomson, est de 1,833. Soumis à l'action de la chaleur rouge, il se décompose, donne de l'acide hydrocyanique, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque qui se dégagent, de la potasse, du fer et du charbon. L'air, l'acide hydrosulfurique, les hydrosulfures, l'infusion de noix de galle, n'exercent aucune action sur lui; il est insoluble dans l'alcool.

La dissolution aqueuse de ce sel n'est point troublée par les alcalis, mais elle l'est par quelques sels terreux, et par la plupart de ceux qui appartiennent aux quatre dernières classes. Ces précipités sont des hydro-ferro-cyanates insolubles, ayant pour base l'oxyde du sel décomposé, ou de doubles cyanures de potassium et du métal de cet oxyde. La couleur de ces précipités est très variable, comme on peut le voir en jetant les yeux sur le tableau suivant :

Dissolutions salines.	Précipités formés par l'hydro-ferro-cyanate de potasse.
Zircone.	Blanc ou jaune-serin.
Manganèse.	Blanc.
Fer protoxydé.	Blanc, abondant.
Fer deutoxydé.	Bleu-clair, abondant.
Fer tritoxydé.	Bleu-foncé, abondant.
Étain.	Blanc.
Zinc.	*Id.*
Cadmium.	*Id.*
Antimoine.	*Id.*
Urane.	Couleur de sang.

Dissolutions salines.	Précipités formés par l'hydro-ferro-cyanate de potasse.
Cérium.	Blanc.
Cobalt.	Vert d'herbe.
Titane.	Rouge-brun.
Bismuth.	Blanc.
Cuivre protoxydé.	*Id.*
Cuivre deutoxydé.	Cramoisi.
Nickel.	Vert-pomme.
Plomb.	Blanc.
Mercure deutoxydé.	*Id.*
Argent.	Blanc. Il bleuit à l'air.
Palladium.	Olive.
Or.	Blanc.

642. Le *cyanure rouge de potassium et de fer* est formé par le sesquicyanure de fer. On l'obtient en faisant passer un courant de chlore à travers une dissolution de cyanure jaune. Il forme des cristaux anhydres, qui, chauffés à la flamme d'une bougie brûlent avec vivacité et lancent, en pétillant, des étincelles de fer. Il est soluble dans l'eau, et sa dissolution est un excellent réactif pour découvrir les moindres quantités de protoxyde de fer, avec lequel il forme un précipité bleu, tandis qu'elle n'altère en aucune façon les dissolutions renfermant du peroxyde de fer.

643. Le *bleu de Prusse* serait, d'après Berzelius, un composé de proto et de sesqui-cyanure de fer. C'est une substance solide, insipide, inodore, plus pesante que l'eau, et d'une couleur bleue très foncée. Il est insoluble dans ce liquide et dans l'alcool. Soumis à la distillation, lorsqu'il a été bien desséché, il se décompose, produit de l'eau, une petite quantité d'hydrocyanate d'ammoniaque, beaucoup de carbonate d'ammoniaque et un résidu qui paraît

être un tricarbure de fer. Exposé à l'air, à la température de l'atmosphère, il s'altère peu à peu et passe au vert. Il s'enflamme facilement, lorsqu'il a été très bien desséché; de 100 parties on retire 60,14 parties d'oxyde rouge de fer non alcalin. Les dissolutions de potasse, de soude, de baryte, de strontiane, de chaux, d'ammoniaque et de magnésie le décomposent en un cyanure double alcalin qui est soluble, et en un résidu de peroxyde de fer.

Les acides étendus n'exercent aucune action sur le bleu de Prusse. L'acide sulfurique concentré le décolore même à froid, sans dégager aucun gaz; il reprend sa couleur bleue, en étendant l'acide d'eau. L'acide hydrochlorique liquide et concentré en sépare l'acide hydro-ferro-cyanique.

Mis en contact avec le chlore, il devient vert, puis jaune, et redevient bleu en le mettant en contact avec les corps désoxygénants, comme l'acide sulfureux, les sulfites, les hyponitrites alcalins, le sulfate de protoxyde de fer, etc.

Le bleu de Prusse est un produit de l'art. On peut l'obtenir en versant une dissolution de cyanure jaune dans une dissolution acide de sulfate ou d'hydrochlorate de peroxyde de fer. Le bleu de Prusse ne tarde pas à se précipiter en flocons, qu'on lave à grande eau et que l'on fait sécher.

Le procédé que l'on emploie dans les arts est le suivant. On calcine dans un creuset de fonte un mélange de parties égales de potasse du commerce et d'une matière animale, ou du sang desséché, ou des rognures de corne; quand la température est rouge, et que le mélange est devenu pâteux; on le retire du feu, et on le projette, par parties, dans 12 ou 15 fois son poids d'eau; on l'y délaie, on l'agite, et on filtre au bout d'une demi-heure; la

liqueur contient de l'hydrocyanate de potasse, du carbonate de potasse, une petite quantité d'hydrosulfate et d'hydrochlorate de potasse; on y verse un excès d'eau tenant en dissolution 2 ou 4 parties d'alun et une partie de sulfate de fer du commerce; il en résulte aussitôt de l'acide carbonique et de l'hydrogène sulfuré, et il se forme un précipité brun noirâtre, très abondant, composé d'une grande quantité d'alumine, de beaucoup de bleu de Prusse, et d'un peu d'hydrosulfure de fer qui colore ce résidu en noir. On décante la liqueur, on lave le précipité à plusieurs reprises avec de l'eau que l'on renouvelle toutes les douze heures: le précipité passe successivement du brun noirâtre au brun verdâtre, et de celui-ci au bleu foncé; ce qui n'a lieu qu'au bout de 20 à 25 jours; alors, on le rassemble sur une toile et on le fait sécher.

ZINC. (P.At. = 403,32.)

644. Ce métal est blanc bleuâtre, assez brillant, à texture lamelleuse, malléable et ductile (sur-tout à froid); sa densité varie de 6,8 à 7,20; il a une odeur particulière, fond à 374°, se volatilise au rouge-blanc, s'altère facilement à l'air humide et se recouvre d'une légère couche d'oxyde qui en ternit la surface. Chauffé au rouge-blanc, il s'enflamme à l'air, et brûle avec beaucoup de vivacité, en donnant naissance à des filaments floconneux de protoxyde qui se répandent dans l'atmosphère. Il décompose l'eau à la chaleur rouge, et à froid sous l'influence des acides, même les plus faibles.

645. Le *protoxyde de zinc* (Zn.O.) est blanc et se présente, en général, sous la forme de flocons légers (fleurs de zinc, *lana philosophica*, tuthie, etc.); quelquefois il est en poudre fine. Il est insipide, inodore, infusible et insoluble dans l'eau. Il peut

absorber l'acide carbonique de l'air, et lorsqu'il est hydraté, il peut se dissoudre dans les alcalis et constituer ainsi de véritables zincates. Il se combine bien avec les acides, et forme des sels assez stables.

646. Le *peroxyde de zinc* ne se produit que par la réaction de l'eau oxygénée sur ce métal; il est blanc et se décompose même spontanément. Il ne s'unit à aucun acide, ni à aucune base.

647. Les *sels de zinc* sont incolores et exercent toujours une réaction acide; la potasse, la soude et l'ammoniaque forment, dans leurs dissolutions, un précipité blanc qui se redissout dans un excès d'alcali; les carbonates de potasse et de soude y déterminent de même un précipité, mais ne le redissolvent pas. Le cyanure jaune de potassium et de fer, et les hydrosulfates y forment aussi des précipités blancs; il en est de même avec l'acide hydrosulfurique, lorsque les dissolutions sont bien neutres.

648. Le *sulfate de zinc* cristallise en prismes transparents qui contiennent beaucoup d'eau de cristallisation; il résiste mieux à l'action de la chaleur que le sulfate de fer, et est assez stable; il est très soluble dans l'eau.

Cadmium. (P.At.=696,77.)

649. C'est un métal blanc, qui se trouve dans certains minerais de zinc, et qui est volatil comme lui; il est mou, flexible et ressemble beaucoup à l'étain.

On ne connaît qu'un seul *oxyde de cadmium* dont la couleur peut varier du jaune brunâtre au noir; il ne se dissout pas d'une manière notable dans les alcalis fixes, mais se dissout facilement dans l'ammoniaque. Avec les acides il se comporte comme une base salifiable puissante.

650. Les *sels de cadmium* sont presque tous incolores. Ceux qui sont solubles dans l'eau sont cris-

tallisables, et donnent, avec la potasse et la soude, un précipité blanc qui ne se redissout pas dans un excès de ces alcalis, mais se redissout dans l'ammoniaque; avec les hydrosulfates, un précipité jaune ou orangé; avec le cyanure jaune de potassium et de fer, un précipité blanc, et avec le zinc métallique, un précipité de cadmium métallique.

Étain. (P.At.=735,29.)

651. Ce métal est solide, blanc, à reflets jaunâtres, ayant une légère odeur et un peu de saveur qui se développent par le frottement; sa densité est de 7,29; il est très malléable, peu tenace, très mou, et nullement élastique; il fond à environ 228°. A la température ordinaire, il ne s'altère pas à l'air; mais chauffé, il se transforme en protoxyde, puis en peroxyde: l'acide nitrique faible dissout l'étain à la température ordinaire, mais lorsqu'il est concentré, il le transforme en deutoxyde, et ne le dissout pas.

652. Le *protoxyde d'étain* (St.O.) est une poudre grisâtre, insoluble et très combustible, car chauffée à l'air, elle brûle comme de l'amadou. Il se dissout facilement dans la potasse et la soude, ainsi que dans les acides, avec lesquels il joue le rôle d'une base faible.

653. Le *deutoxyde d'étain* ou *acide stannique* ($St.O^2$.) est également blanc; il se combine facilement avec les bases, et joue le rôle d'un acide faible; mais il est possible de le combiner aussi aux acides.

654. Les *sels d'étain* sont décomposés par le zinc et le plomb qui en précipitent l'étain métallique; les carbonates alcalins en précipitent des hydrates de protoxyde ou de peroxyde blancs. Avec les alcalis ils donnent un précipité qui se redissout dans un excès de ces réactifs; ils précipitent en blanc par le cyanure jaune de potassium et de fer. Les *sels de pro-*

toxyde sont avides d'oxygène; ils réduisent les sels de mercure et d'or, ramènent à l'état de protoxyde les sels de peroxyde de fer, etc. Exposés à l'air, ils en absorbent l'oxygène, et laissent déposer des sous-sels de peroxyde. Avec les hydrosulfates ils donnent un précipité brun-chocolat. Les *sels de peroxyde d'étain* donnent, au contraire, avec ce dernier réactif, un précipité jaune orangé sale.

655. Le *proto-chlorure d'étain* ($St.Ch^2$.) est connu dans le commerce sous le nom de *sel d'étain* et employé dans la teinture; il cristallise en aiguilles ou en octaèdres, et répand une odeur *suî generis*. Il réagit à la manière des sels de protoxyde d'étain.

656. Le *bichlorure* ou *liqueur fumante de Libavius* ($St.Ch^4$.) bout à 120°, et répand à l'air d'épaisses fumées blanches. Il a une grande tendance à se combiner à l'eau, et constitue avec ce corps un hydrate cristallisable et soluble.

Nickel. (P.At.=369,75.).

657. Ce métal est blanc grisâtre, à cassure fibreuse, malléable, ductile et très tenace; sa densité est de 9,0. Il est magnétique comme le cobalt et le fer, et il s'oxyde par l'action de l'air humide.

658. Le *protoxyde de nickel* (Ni.O.) est vert-olive ou gris, et un peu soluble dans l'eau; chauffé au rouge au contact de l'air, il passe à l'état de deutoxyde; il se dissout dans les acides puissants et dans l'ammoniaque. Par précipitation, il forme un *hydrate* vert-pomme.

659. Le *peroxyde* ($Ni^2.O^3$.) est noir; les acides le décomposent et le transforment en protoxyde qui s'y dissout.

660. Les *sels de nickel* sont presque toujours verts, et d'une saveur sucrée et astringente, puis âcre et métallique; chauffés au point de se dessécher

complétement, ils passent en général au jaune. Leurs dissolutions donnent, avec le cyanure jaune de potassium et de fer, un précipité blanc, tirant insensiblement sur le vert, qui est soluble dans l'ammoniaque; avec la potasse et la soude, un précipité vert-pomme; et avec les hydrosulfates, un précipité noir.

Cobalt. (P.At. =369.)

661. Ce métal a la plus grande analogie avec le nickel, auquel on le trouve toujours associé; il est blanc et d'une densité de 8,7; il fond à peu près à la même température que le fer, et ne se volatilise pas. Il est plus magnétique que le nickel, mais beaucoup moins que le fer.

662. Le *protoxyde de cobalt* (Co.O.), est gris clair, légèrement verdâtre, pulvérulent et soluble dans les acides forts; chauffé à l'air, il brûle et se transforme en deutoxyde. L'*hydrate de protoxyde* est bleu à froid et au moment de sa précipitation, mais par l'ébullition, ou même avec le temps, il passe au rose feuille-morte; exposé à l'air, il devient olive, et se transforme en carbonate de protoxyde, et en hydrate de deutoxyde. Il se dissout dans les carbonates alcalins.

663. Le *peroxyde de cobalt* ($Co^2.O^3.$) est noir, inaltérable à l'air, et décomposable par la chaleur, qui le ramène à l'état de protoxyde. Lorsqu'il est attaqué par les acides, il passe également à l'état de protoxyde, avant que de se dissoudre.

Il paraît exister un oxyde intermédiaire, semblable au deutoxyde de fer, et qui serait formé par la combinaison du protoxyde et du peroxyde.

664. Le protoxyde de cobalt est une base assez puissante, mais cependant il peut se combiner avec divers oxydes, et jouer tantôt le rôle de base, tantôt celui d'acide.

665. Les *sels à base de cobalt* sont d'une couleur rose lorsqu'ils sont dissous dans l'eau, et d'une couleur rosée ou blanche lorsqu'ils ont été calcinés ou qu'ils sont insolubles. Leurs dissolutions précipitent en bleu lavande par les alcalis fixes; en rouge pâle par les carbonates alcalins; en noir par les hydrosulfates; en vert sale par le cyanure jaune de potassium et de fer; en bleu par les phosphates, et en rose par les arséniates.

666. L'*aluminate de cobalt* constitue le *bleu de Thénard* ou bleu de cobalt, qui est très employé en peinture.

D. MÉTAUX DE LA QUATRIÈME CLASSE.

667. Les métaux qui composent cette classe absorbent encore l'oxygène à la température la plus élevée, mais ne décomposent l'eau, ni à chaud, ni à froid.

Cérium. (P.At.=547,69.)

668. Ce métal est très difficile à réduire; sa couleur est blanche grisâtre; il se dissout facilement dans l'acide nitrique.

669. Le *protoxyde de cérium* (Ce.O.) hydraté, est blanc et pulvérulent; il perd facilement son eau par la calcination, mais passe alors en partie à l'état de deutoxyde, qui se combine avec le protoxyde non altéré; à l'air il se transforme en carbonate de protoxyde et en hydrate de peroxyde.

670. Le *peroxyde* ($Ce^2.O^3.$) est rouge à l'état anhydre, et jaune clair à l'état d'hydrate.

671. Les *sels de protoxyde de cérium* sont incolores et rougissent toujours le tournesol lorsqu'ils sont solubles; ils donnent, avec les hydrosulfates, avec le cyanure de potassium et avec le fer et les

alcalis, un précipité blanc; un excès de ces derniers redissout le précipité qu'ils ont formé.

Les *sels de deutoxyde* sont ordinairement rouges jaunâtres; lorsqu'ils sont concentrés, ils donnent avec le sulfate de potasse un précipité jaune, qui est un sel double, analogue à l'alun.

Tungstène. (P.At.=1183,20.)

672. C'est un métal gris, peu brillant, très pesant, d'une densité de 17,6, presque infusible et facile à oxyder par le grillage.

673. Le *protoxyde de tungstène* ($W.O^2$.) est brun; chauffé au contact de l'air, il brûle comme de l'amadou, et se transforme en *acide tungstique* (W.O.), qui est jaune-serin, insipide, insoluble, infusible, inaltérable à l'air, et sans action sur le tournesol; il peut se combiner avec les acides puissants, et donner ainsi des composés insolubles d'une couleur jaune pâle; mais il perd cette propriété par la calcination, et ne se dissout plus dans les alcalis.

674. Les *tungstates* sont tous insolubles, excepté ceux de potasse, de soude et d'ammoniaque; quand la chaleur ne les décompose pas, ils sont fusibles. Tous les acides forts, excepté l'acide phosphorique, donnent, avec les dissolutions de ces sels, un précipité; par l'addition d'un acide, elles donnent, avec le proto-chlorure d'étain, le zinc et le fer, un précipité bleu, et avec le cyanure jaune de potassium et de fer, un précipité jaune.

Molybdène. (P.At.=596,86.)

675. Ce métal est blanc, peu brillant, et se convertit par le grillage en acide molybdeux, puis en acide molybdique.

676. Le *protoxyde de molybdène* (Mo.O.) est brun

foncé et peu stable ; à l'air humide il se change en acide molybdeux. Le *deutoxyde* ($M.O^2$.) est brun pourpre ; à l'état d'hydrate il est jaune rougeâtre, et se dissout un peu dans l'eau qu'il colore en jaune ; il rougit le tournesol, mais il ne se comporte pas comme un acide, et ne se dissout pas dans les alcalis caustiques.

677. L'*acide molybdeux* est bleu, soluble dans l'eau et peu stable; il passe facilement à l'état d'acide molybdique, et doit être considéré comme un molybdate de molybdène.

L'*acide molybdique* ($M.O^3$.) est blanc, lorsqu'il a été préparé par voie humide, et jaunâtre lorsqu'il a été préparé par la voie sèche ; il est fusible et volatil ; il est soluble dans l'eau et rougit le tournesol. Les métaux et les corps composés qui absorbent facilement l'oxygène, tels que le fer, le proto-sulfate de fer, etc., le bleuissent sous l'influence des acides, et le transforment en acide molybdeux.

678. Les *sels de protoxyde de molybdène* sont noirs ou pourpres ; ils donnent, avec la potasse et la soude, ou avec leurs carbonates, un précipité brun qui se redissout dans du carbonate d'ammoniaque ; avec le cyanure jaune de potasse et de fer, ils donnent un précipité blanc, qui est soluble dans un excès de ce réactif, ainsi que dans l'ammoniaque.

Les *sels de deutoxyde* sont rouges lorsqu'ils contiennent de l'eau de cristallisation, et presque noirs quand ils en sont privés ; ils donnent avec le cyanure un précipité brun foncé, et avec le zinc un précipité noir de protoxyde.

679. Les *molybdates* neutres renferment trois fois autant d'oxygène dans l'acide que dans la base ; excepté ceux de potasse, de soude et d'ammoniaque, tous sont insolubles dans l'eau ; mais ils se

dissolvent facilement dans les acides forts. Les dissolutions de molybdates neutres ne sont pas troublées par les hydrosulfates, à moins qu'on n'y ajoute un acide, et alors ils donnent un précipité brun-marron. Avec les acides, ils donnent un précipité blanc qui se redissout dans un excès d'acide, et la plupart des métaux de la troisième et quatrième section ramènent leur acide à l'état d'acide molybdeux.

Tantale ou Colombium. (P.At. = 1152,87.)

680. Il est gris de fer, mauvais conducteur de l'électricité et inaltérable à l'air, à la température ordinaire, mais il brûle avec flamme à la température rouge : les acides nitrique, sulfurique et hydrochlorique ne l'attaquent pas.

681. L'*oxyde de tantale* (Ta.O.) est gris-noir, très dur et presque infusible. L'*acide tantalique* ($Ta^2.O^3.$) est au contraire blanc : à l'état d'hydrate il rougit le tournesol, se dissout en petite quantité dans l'acide hydrochlorique, et s'unit, par voie humide, aux alcalis ; calciné avec du charbon, il se transforme en protoxyde.

682. Les *tantalates* basiques de potasse et de soude sont les seuls solubles; leurs dissolutions sont incolores, et donnent un précipité blanc avec les acides forts; la plupart des réactifs employés seuls ne les troublent pas; mais si on ajoute un acide, on obtient un précipité vert avec le cyanure, et jaune sale avec la teinture de noix de galle.

Titane. (P.At.=398,10.)

683. Le titane n'a pas encore été obtenu pur; il est très difficile à oxyder, et n'est attaqué qu'avec peine, même par l'eau régale.

684. Le *protoxyde de titane* est bleu-noir, et se dissout dans l'acide sulfurique concentré. A l'état d'hydrate, il est d'un beau bleu, mais se transforme de suite en *acide titanique*, qui est blanc, infusible, insipide et insoluble; à l'état d'*hydrate*, cet acide rougit le tournesol, et se dissout dans l'acide sulfurique concentré.

685. Les *titanates* neutres sont tous insolubles, et décomposés par l'eau bouillante en titanates acides et en sous-titanates; ils se dissolvent dans l'acide hydrochlorique, et donnent, avec l'ammoniaque, un précipité blanc.

Tellure. (P.At.=403,22.)

686. Ce métal est blanc bleuâtre, lamelleux, très brillant, très cassant et facile à fondre et à volatiliser; c'est, de tous les métaux, celui qui conduit le plus mal l'électricité, et il a de l'analogie avec le soufre, le sélénium et l'arsenic.

Chauffé au chalumeau, le tellure brûle avec flamme, et se transforme en un *oxyde*, qui est indifférent, que l'on nomme aussi *acide tellurique;* ce composé est blanc jaunâtre, fusible, cristallisable et volatil. Les *sels* qu'il forme en se combinant aux acides, sont peu stables, incristallisables, incolores, et toujours acides. Avec les alcalis et leurs carbonates, ces sels donnent un précipité blanc, qui se redissout dans un excès de ces réactifs; ils donnent avec les hydrosulfates un précipité brun, avec la dissolution de noix de galle un précipité fauve, et avec le zinc ou le fer un précipité noir de tellure métallique.

Les *tellurates*, formés par l'union de ce corps avec bases, ressemblent beaucoup aux stannates; tous (les tellurates alcalins exceptés) sont insolubles

687. Le tellure forme avec l'hydrogène un com-

posé gazeux et acide (*acide hydro-tellurique*), qui est incolore, d'une odeur analogue à celle de l'acide hydrosulfurique, soluble dans l'eau, et susceptible de brûler avec une flamme bleuâtre et en donnant un dépôt de tellure, lorsqu'on en approche au contact de l'air un corps enflammé.

ANTIMOINE. (P.At.=806,45.)

688. Il est blanc-gris, éclatant, lamelleux, doué d'une odeur et d'une saveur particulières, sur-tout à l'état de vapeur, très fragile et facile à pulvériser, fusible et volatil, inaltérable à l'air sec, mais s'oxydant dans l'air humide; chauffé au rouge, il brûle à l'air, et se transforme en protoxyde; traité par l'acide nitrique, il se transforme en une poudre blanche et insoluble (*acide antimonieux*); l'eau régale le dissout rapidement.

689. Le *protoxyde d'antimoine* ($Sb^2.O^3.$) est blanc, fusible et très volatil; par le grillage il se transforme en acide antimonieux. Il peut former avec les alcalis des combinaisons solubles.

690. L'*acide antimonieux* ($Sb.O^2.$) est égalcment blanc, mais il est infusible et fixe; son hydrate est blanc et rougit la teinture de tournesol; il est cependant insoluble dans l'eau, et ne se dissout dans aucun acide, excepté l'acide hydrochlorique; il se combine au contraire très bien avec les bases, et forme ainsi des *antimonites*.

691. L'*acide antimonique* ($Sb^2.O^5.$) est d'un jaune clair, lorsqu'il est pur; mais en se combinant avec l'eau, il forme un hydrate ($Sb^2.O^5.+2H^2.O.$), qui est blanc. Cet acide est décomposé par la chaleur en acide antimonieux et en oxygène. Il rougit la teinture de tournesol, et se combine avec les bases, pour former des sels appelés *antimoniates*.

692. Le *proto-chlorure d'antimoine* ($Sb.Ch^3.$), ou

beurre d'antimoine, est mou, cristallisable, blanc, très fusible, volatil, déliquescent et décomposable par l'eau : avec ce liquide il donne un précipité blanc, qui est connu sous le nom de *poudre d'Algaroth*, et qui est un *oxychlorure d'antimoine*, (composé de chlorure d'antimoine et d'oxyde d'antimoine). Le *perchlorure d'antimoine* ($Sb.Ch^5$.) est un liquide très volatil, qui, par l'action de l'eau, se décompose en acide antimonique, et en acide hydrochlorique.

693. L'antimoine forme, avec le soufre, plusieurs combinaisons.

Le *proto-sulfure* ($Sb^2.S^3$.) est très abondamment répandu dans la nature; il est noir, brillant, cristallisé en aiguilles, facile à pulvériser, et très fusible.

Le sulfure d'antimoine, en se combinant avec de l'oxyde d'antimoine, forme divers oxysulfures, connus sous les noms de *verre d'antimoine*, de *foie d'antimoine*, de *kermès*, etc. Ces oxysulfures sont tous fusibles; par le grillage, ils se transforment en acide antimonieux, et dégagent de l'acide sulfureux; le soufre les décompose aussi, les transforme en sulfures, en dégageant encore de l'acide sulfureux; enfin les acides les détruisent aussi et dissolvent le protoxyde d'antimoine.

Le *verre d'antimoine* se prépare en faisant fondre, dans un creuset de terre, le produit obtenu par le grillage du sulfure d'antimoine; il est d'une couleur jaune ou rougeâtre, et contient toujours beaucoup de silice, provenant du creuset dans lequel on le fond.

Le *kermès natif* ($2Sb^2.S^3. + Sb^2.O^3$.) se présente sous forme de cristaux capillaires opaques, et d'une belle couleur mordorée.

694. Le *kermès minéral* paraît être de l'oxysulfure

d'antimoine hydraté; mais les chimistes ne sont pas tous d'accord sur sa composition : c'est une poudre d'un rouge-brun plus ou moins foncé, légère, et d'un aspect velouté. Chauffé avec du charbon, il se décompose et donne de l'antimoine métallique; l'air le décolore peu à peu; les alcalis le rendent jaune, et le dissolvent en partie; l'acide hydrochlorique le dissout entièrement, et en dégage, principalement à chaud, de l'acide hydrosulfurique. Il y a plusieurs manières de l'obtenir : on le prépare souvent en faisant bouillir 1 partie de potasse, 2 de sulfure d'antimoine pulvérisé, et 20 à 25 d'eau. Après avoir fait bouillir pendant une demi-heure, on filtre et on laisse refroidir : par le refroidissement, le kermès se dépose.

695. Si l'on verse dans l'eau-mère du kermès quelques gouttes d'acide hydrochlorique, on voit bientôt apparaître un précipité jaune orangé, que l'on a nommé *soufre doré*, et que M. Berzelius regarde comme un sulfure aussi divisé que le kermès, et correspondant au deutoxyde d'antimoine.

Chrôme. (P.At.=351,86.)

696. Ce métal entre toujours dans la composition des aérolithes (430), et se trouve à l'état natif d'oxyde et de chromate. Il est solide, blanc grisâtre, très fragile, très difficile à fondre, et difficile à oxyder.

Le *protoxyde de chrôme* ($Chr^2.O^3.$) est d'un très beau vert, infusible, et inaltérable par le feu et par l'air; il ne se dissout que difficilement dans les acides. Le *deutoxyde* est brun, brillant, insoluble dans les acides et presque insoluble dans les alcalis.

L'*acide chromique* ($Chr^2.O^3.$) est soluble dans l'eau, rougit fortement le tournesol, et cristallise en prismes de couleur rouge purpurine.

697. Les *chromates* sont jaunes ou rouges. La plupart de ceux de la première et des quatre dernières classes sont décomposés par le feu; l'acide sulfurique concentré les décompose à froid, ainsi que l'acide hydrochlorique : lorsqu'on emploie ce dernier acide, il faut élever un peu la température. Les chromates de potasse, de soude, de strontiane, de chaux, de magnésie, d'ammoniaque, de protoxyde de nickel et de cobalt, sont les seuls solubles dans l'eau. Leurs dissolutions précipitent en jaune-serin les sels solubles de plomb, en rouge orangé les protosels de mercure, et en pourpre les sels d'argent. L'oxygène de l'oxyde est à celui de l'acide comme 1 est à 3.

Le *chromate de plomb* est d'un très beau jaune, et s'emploie dans la peinture.

Urane. (P.At.=2711,36.)

698. Ce métal, d'une couleur grise foncée, est un peu transparent, et extrêmement difficile à fondre. A la chaleur rouge, il brûle à l'air, et se transforme en protoxyde gris noirâtre (U.O.), qui est soluble dans les acides concentrés, et donne un hydrate vert grisâtre.

699. Le *deutoxyde d'urane* ($U^2.O^3$.), n'a pas encore été obtenu isolé; à l'état d'hydrate, il est d'un jaune foncé très éclatant; il joue le rôle de base avec les acides, et celui d'acide avec les bases; à la chaleur rouge, il se transforme en protoxyde.

700. Les *sels de protoxyde* sont d'un vert intense et difficilement cristallisables; ils passent facilement à l'état de deutoxyde; le précipité vert grisâtre qu'ils donnent avec les alcalis, est insoluble dans un excès de ces réactifs; avec le carbonate d'ammoniaque, ils donnent, au contraire, un précipité soluble dans un excès de carbonate.

Les *sels de peroxyde* sont d'un beau jaune ; ils donnent, avec les alcalis, un précipité jaune d'uranate alcalin ; avec les carbonates alcalins, un précipité qui se redissout en formant un sel double ; et avec le cyanure jaune de potassium et de fer, un précipité rouge de sang.

Cuivre. (P.At.=395,49.)

701. Le cuivre, métal connu depuis un temps immémorial, est solide, rouge jaunâtre, très-ductile, très-sonore, doué d'une saveur désagréable, et susceptible d'acquérir de l'odeur par le frottement. Après le fer, c'est le plus tenace des métaux. Lorsqu'il est fondu et laminé, sa pesanteur spécifique est de 8,895. Il entre en fusion à environ 27° du pyromètre de Wedgwood. Il offre pour propriété caractéristique de colorer en vert la flamme avec laquelle on le met en contact.

Inattaquable par l'oxygène et par l'air secs à froid, il s'oxyde un peu si ces gaz sont humides, et ne tarde pas ensuite à former un sous-carbonate, en se combinant avec l'acide carbonique contenu dans l'air. A chaud, il s'oxyde rapidement par le contact de l'air ou de l'oxygène.

Le cuivre natif et oxydé se rencontre dans plusieurs mines, mais il est sur-tout abondant à l'état de sulfure ; il existe aussi dans la nature à l'état de sel, etc.

Le *protoxyde* ($Cu^2.O.$) est rouge ; il est fusible au-dessus de la chaleur rouge, et se convertit en deutoxyde, lorsqu'on le soumet au contact de l'air, même à une température peu élevée. Il est soluble dans l'ammoniaque, qu'il colore en bleu.

Le *deutoxyde* ($Cu.O.$) est brun-noir, un peu moins fusible que le précédent, inaltérable par

l'oxygène ; exposé à l'influence de l'air atmosphérique, il en absorbe l'humidité, et se transforme en sous-carbonate. L'*hydrate de deutoxyde* est bleu, mais noircit très facilement par la perte de son eau ; chauffé au contact des corps combustibles, il leur abandonne très facilement son oxygène. On en fait usage pour brûler le carbone et l'hydrogène contenus dans les principes immédiats organiques, lorsqu'on veut en faire l'analyse élémentaire.

Le *tritoxyde* ($Cu.O^3$.) est brun-jaune foncé, s'il est pur, mais s'il est mêlé de deutoxyde hydraté, il acquiert une couleur olive. Il n'est pas nécessaire d'élever beaucoup sa température pour le décomposer : il passe, au-dessous de 100°, à l'état de deutoxyde, et laisse dégager de l'oxygène. Il est insoluble dans l'eau, mais il se dissout facilement dans les acides sulfurique, hydrochlorique et nitrique, en donnant lieu à un deuto-sel et à de l'eau oxygénée.

702. Les *sels de deutoxyde de cuivre* sont bleus ou verts ; ils sont presque tous solubles dans l'eau ou dans l'eau acidulée. Leurs dissolutions sont précipitées : 1° en bleu, par la potasse, la soude et l'ammoniaque ; un excès de ce dernier alcali redissout le précipité et donne un liquide bleu foncé ; 2° en noir, par l'acide hydrosulfurique et par les hydrosulfates solubles ; 3° en brun-marron, par l'hydrocyanate de potasse et de fer ; 4° en vert, par l'arsénite de potasse (le précipité est ce qu'on appelle *vert de Schéele* ou arsénite de cuivre ou de fer).

Un morceau de fer ou de zinc métallique décompose ces sels, s'empare de l'oxygène et de l'acide, et précipite le cuivre à l'état métallique avec une grande promptitude.

703. Le *deuto-sulfate de cuivre* (Couperose ou vitriol bleu, vitriol de Chypre, etc.) a la forme de cristaux bleus, transparents, légèrement efflores-

cents, éprouvant, par l'action du feu, la fusion aqueuse, et devenant blancs par la dessiccation. Il est décomposé par la potasse, la soude et l'ammoniaque, et donne un précipité blanc bleuâtre; l'ammoniaque, versée en excès, redissout de suite ce précipité, et forme une liqueur d'un bleu vif qu'on nomme *eau céleste*. Le sulfate de cuivre se trouve en dissolution dans les eaux qui coulent à travers les mines de cuivre. On peut obtenir ce sel en évaporant les eaux qui le contiennent, ou bien en exposant au contact de l'air humide le sulfure de cuivre, le lessivant, et faisant cristalliser le sel par l'évaporation. Il est employé en médecine, et on s'en sert pour préparer le vert de Schéele et les cendres bleues.

704. Il existe plusieurs *carbonates de cuivre*; l'un de ces sels forme le minéral connu sous le nom de *malachite*.

PLOMB. (P.At.=1294,5.)

705. Le plomb, connu de toute antiquité, est solide, blanc bleuâtre, brillant, peu tenace, très mou et très malléable, et susceptible d'acquérir par le frottement une odeur assez sensible. Sa pesanteur spécifique est de 11,352. Il entre en fusion à environ 260°.

Sans action sur l'oxygène et sur l'air secs, à la température ordinaire; il s'oxyde lentement, si ces gaz sont humides, et passe à l'état de sous-carbonate, s'il est en contact avec de l'air humide pouvant se renouveler. A l'aide du calorique, il s'oxyde rapidement, en donnant lieu à un oxyde jaune qui devient bientôt rouge, si l'on continue la calcination. Le plomb se combine aisément avec la plupart des métaux, ainsi qu'avec le soufre, le phosphore, l'iode, le sélénium et le chlore.

Ce métal a beaucoup d'usages. Il sert à faire beau-

coup d'ustensiles, des chaudières, des tuyaux pour les conduits, des chambres pour la fabrication de l'acide sulfurique; il fait partie de la soudure des plombiers, des caractères d'imprimerie; on l'emploie dans l'exploitation des mines d'argent, et pour séparer l'or des autres métaux. A l'état d'oxyde et de sel, il entre dans la composition de beaucoup de médicaments.

Le plomb se trouve à l'état d'oxyde, mais assez rarement, à l'état de sel, et en combinaison avec le soufre et quelques autres combustibles. On l'extrait ordinairement du sulfure connu sous le nom de *galène*. On bocarde, on lave et on grille ce sulfure; on le traite ensuite par des scories de fer ou par de la grenaille de fonte dans un fourneau à manche, et l'on parvient ainsi à séparer le plomb à l'état métallique.

706. Le *protoxyde de plomb* (ou massicot), (Pb.O.) est pulvérulent et d'un jaune sale; chauffé, il fond facilement, et après son refroidissement se précipite sous la forme d'une masse cristalline, composée de lames hexaèdres régulières, jaunes rougeâtres, transparentes et micacées; il porte alors le nom de *litharge*. Chauffé plus fortement, il se transforme en deutoxyde: le protoxyde n'est pas tout-à-fait insoluble dans l'eau; il se combine avec les alcalis, et forme, avec la potasse et la soude, des composés solubles; mais il est aussi une base très énergique. En se combinant avec les huiles, il les rend plus siccatives.

L'hydrate de protoxyde de plomb est blanc; exposé à l'action de l'air, il se transforme en carbonate.

707. Le *deutoxyde de plomb* (ou minium), paraît être un composé de protoxyde et de peroxyde ($Pb.O. + P.O^2.$); c'est une poudre d'un rouge écla-

tant, qui, chauffée au rouge, se réduit en protoxyde et en oxygène, et qui, sous l'influence des acides, se partage en peroxyde insoluble, et en protoxyde qui se combine avec l'acide employé.

Le *peroxyde de plomb*, ou *oxyde puce* ($Pb.O^2$.), ne se combine ni aux acides, ni aux bases, et tend toujours à se transformer en protoxyde, en perdant de l'oxygène; il est pulvérulent et de couleur puce.

708. Il n'existe que des *sels de protoxyde de plomb*. Lorsque l'acide qui les forme n'est pas lui-même coloré, ils sont toujours incolores quand ils sont neutres, mais les sels basiques sont plus ou moins jaunâtres. Leurs dissolutions sont précipitées 1° en blanc par la potasse, la soude et l'ammoniaque; le précipité se redissolvant dans un excès de potasse ou de soude; 2° en blanc, par les sous-carbonates de ces bases; 3° en noir, par l'acide hydrosulfurique et par les hydrosulfates solubles; 4° en jaune-serin, par l'acide chromique et par les chromates solubles; 5° en jaune orangé, par l'acide hydriodique et par les hydriodates; 6° en blanc, par l'acide sulfurique et par les sulfates solubles. Un morceau de zinc plongé dans ces dissolutions, s'empare de l'acide et de l'oxygène du plomb, et précipite celui-ci à l'état métallique.

709. Le *carbonate de plomb* (céruse, blanc de plomb) se trouve assez abondamment en France, en Espagne, en Écosse, etc. Il est blanc, et on l'emploie en peinture pour étendre les couleurs, rendre les huiles siccatives, etc. On l'obtient en faisant arriver du gaz acide carbonique dans une dissolution de sous-acétate de plomb: ce sel se trouve ramené à l'état d'acétate neutre, et il se précipite du sous-carbonate de plomb.

*

Le *nitrate de plomb* est très soluble dans l'eau. Le *sulfate* est au contraire tout-à-fait insoluble.

BISMUTH (P.At.= 1330,40.)

710. Le bismuth, connu autrefois sous le nom d'*étain de glace*, est solide, blanc jaunâtre, très cassant, facile à pulvériser : sa pesanteur spécifique est 9,822. Il entre en fusion à 256°. C'est le métal qui cristallise le mieux. Sans action à froid, sur l'air et l'oxygène secs, il s'oxyde légèrement si ces gaz sont humides ; il commence à absorber l'oxygène au moment où il entre en fusion ; il se forme alors un oxyde gris jaunâtre, très fusible, avec dégagement de calorique, et même de lumière, si la température approche du rouge-brun. Il a été combiné avec la plupart des métaux, ainsi qu'avec plusieurs des corps simples non métalliques.

Ce métal a fort peu d'usages : on le trouve à l'état natif, à l'état d'oxyde, et en combinaison avec l'arsenic et le soufre.

711. On ne connaît qu'un *oxyde de bismuth* ($Bi^2.O^3.$) qui est jaune, très fusible, fixe, insoluble dans l'eau et pouvant former des sels avec les acides.

Les *sels neutres de bismuth* sont peu permanents, et sont décomposés par l'eau en sels acides et en sous-sels qui se précipitent. Tous sont incolores et précipitent : 1° en blanc, par les alcalis et les carbonates alcalins ; 2° en noir, par l'hydrogène sulfuré ; 3° en blanc, par les phosphates, les arséniates et le cyanure jaune de potassium et de fer. Le fer, le zinc, le cuivre et l'étain en précipitent le bismuth à l'état métallique.

MÉTAUX DE LA CINQUIÈME CLASSE.

712. Cette classe comprend les métaux qui ne peuvent absorber l'oxygène qu'à une certaine température, qui se réduisent à une température élevée, et qui ne peuvent pas décomposer l'eau.

Mercure. (P.At.=632,90.)

713. Le *mercure*, connu aussi sous le nom de *vif-argent*, est encore un de ces métaux de la découverte desquels on ne saurait assigner l'époque. Il est liquide, blanc bleuâtre, réfléchissant très bien la lumière: sa densité ou pesanteur spécifique est de 13,568. Il entre en ébullition à 350°; soumis à un froid de — 39° à 40°, il se solidifie et cristallise en octaèdres: à cet état, il peut être assez aisément aplati sous le marteau; son contact produit, sur nos organes, le même effet que produirait un corps en ignition. A l'état liquide il ne mouille pas les corps, les métaux exceptés, et se répand sur eux en gouttelettes sphériques. Il se divise ou s'*éteint* quand on le triture long-temps avec certains corps, tels que les graisses, et c'est sur ce principe que repose la préparation de l'onguent mercuriel.

Le mercure se trouve à l'état natif, ainsi qu'à l'état de chlorure, et en combinaison avec l'argent ou le soufre. C'est à ce dernier état qu'on le trouve le plus communément; aussi l'extrait-on ordinairement du sulfure. Pour cela, on calcine ce sulfure avec du carbonate de chaux; l'acide carbonique se dégage à l'état de gaz, le soufre s'unit à la chaux, et le mercure mis à nu se volatilise.

Sans action sur l'oxygène et sur l'air secs ou humides, à la température ordinaire, il ne s'oxyde qu'à un degré voisin de celui de son ébullition.

714. Il existe deux oxydes de mercure ; à la chaleur rouge ils se réduisent promptement et sont faciles à décomposer par le charbon, le soufre, l'hydrogène et plusieurs métaux.

Le *protoxyde* ($Hg^2.O.$) est peu stable ; c'est une poudre noire, insoluble dans l'eau, mais d'une saveur désagréable. La lumière et beaucoup d'autres agents le transforment en mercure métallique et en deutoxyde, et on pourrait douter de son existence comme oxyde distinct, s'il ne formait pas avec les acides un grand nombre de sels bien définis.

715. Le *deutoxyde* ou *peroxyde de mercure* est rouge-aurore lorsqu'il est très divisé, et rouge foncé lorsqu'il est en masse ; il est sensiblement soluble dans l'eau, a une saveur forte et peut verdir le sirop de violette. Chauffé au rouge, il se décompose en oxygène et en mercure ; le soufre le réduit avec détonation.

L'*hydrate* de peroxyde est jaune et peu permanent.

On préparait autrefois ce peroxyde en chauffant du mercure dans des matras à fond plat et à ouverture très étroite, connus sous le nom d'*enfers de Boyle*. Le produit ainsi obtenu se nomme *précipité per se*. Aujourd'hui on le fabrique en décomposant par la chaleur du nitrate de mercure.

716. Les *sels de mercure*, mis en contact avec une lame de cuivre, y déposent une couche de mercure métallique; ceux qui sont insolubles dans l'eau peuvent se dissoudre dans l'acide nitrique et se reconnaissent, comme les premiers, au caractère que nous venons d'indiquer. En les faisant bouillir avec du proto-chlorure d'étain et de l'acide hydrochlorique, ils sont également décomposés et laissent déposer des globules de mercure.

Les *sels de deutoxyde de mercure* sont incolores

lorsqu'ils sont solubles, les autres sont tantôt incolores, tantôt colorés en jaune clair. Tous se subliment à une température peu élevée, ou sont décomposés par la chaleur et donnent du mercure qui se volatilise. Dissous dans l'eau, ils donnent : 1° un précipité jaune avec la potasse et la soude ; 2° un précipité blanc avec l'ammoniaque ; 3° un précipité noir avec un excès d'hydrogène sulfuré ou d'hydrosulfate ; 4° un précipité blanc par le cyanure jaune de potassium et de fer.

Les *sels de protoxyde de mercure* ont à peu près les mêmes caractères physiques que ceux du deutoxyde. Ils donnent un précipité noir avec les alcalis fixes, avec l'ammoniaque et avec les hydrosulfates ; rouge avec le chromate de potasse, et blanc avec les chlorures alcalins (le précipité est insoluble dans l'ammoniaque, mais devient noir par l'action de ce réactif).

717. Il existe deux *chlorures de mercure.*

Le *proto-chlorure*, connu autrefois sous les noms de *mercure doux*, *calomélas*, *panacée mercurielle*, etc., est solide, blanc, insipide, indécomposable par le feu, volatil, inaltérable à l'air et insoluble dans l'eau. Il se dissout aisément dans le chlore, et se transforme en deuto-chlorure. Si on le met en contact avec une dissolution alcaline, l'eau se décompose ; il se forme un hydrochlorate alcalin, et il se dépose de l'oxyde noir de mercure. Il est très employé en médecine, et on peut le préparer, soit en traitant le proto-nitrate de mercure dissous par le sel commun ; soit en faisant chauffer du sel commun avec du proto-sulfate de mercure, soit encore en triturant parties égales de deuto-chlorure et de mercure, et sublimant ensuite le mélange.

718. Le *deuto-chlorure* ou *hydrochlorate de deutoxyde de mercure* (sublimé corrosif) est solide,

blanc, inaltérable à l'air, doué d'une saveur styptique et très désagréable. Il est plus volatil que le proto-chlorure, et il répand sur les charbons ardents une vapeur blanche, épaisse, d'une odeur piquante, susceptible de ternir une lame de cuivre. Il est soluble dans environ 20 parties d'eau à la température ordinaire, et dans trois fois son poids d'eau bouillante; il constitue alors une véritable dissolution d'hydrochlorate de deutoxyde de mercure et se comporte comme les autres sels de deutoxyde (715). C'est une substance extrêmement vénéneuse, mais qui est cependant employée en médecine. On s'en sert aussi pour prévenir la putréfaction des matières animales. On le prépare en traitant convenablement un mélange pulvérulent de 4 parties de sel commun, de 1 partie de peroxyde de manganèse et de tout le deutosulfate de mercure qu'on obtient en faisant bouillir 5 parties d'acide sulfurique concentré avec 4 de mercure. Par l'action du feu, le deuto-chlorure de mercure formé se sublime, et il reste au fond du vase du sulfate de soude et de manganèse, moins oxydé que celui qu'on avait employé.

719. Le mercure forme avec l'iode un *iodure* vert (Hg.I.), un *iodure rouge* ou *bi-iodure* ($Hg.I^2.$), et un *sesqui-iodure* qui paraît être un composé des deux précédents. Ils sont insolubles dans l'eau; mais le bi-iodure est soluble dans l'alcool, et dans les iodures solubles, avec lesquels il forme des iodures doubles. Depuis quelques années on a introduit ces corps dans la matière médicale.

720. Il existe deux *sulfures de mercure*.

Le *proto-sulfure* ($Hg^2.S.$) est noir; chauffé ou même exposé à l'action de la lumière, il donne du mercure métallique, et passe à l'état de deuto-sul-

fure : comprimé fortement entre deux corps durs, il se comporte de la même manière.

Le *deuto-sulfure* ou *cinabre* (Hg.S.) est d'une belle couleur rouge violacée ; réduit en poudre fine, il prend une teinte rouge très vive et s'appelle alors *vermillon*. Il est insoluble dans l'eau, infusible, indécomposable par la chaleur, et volatil à une température voisine de la chaleur rouge. Ses vapeurs condensées forment des masses composées d'aiguilles hexaèdres : le grillage le décompose facilement; il s'enflamme et donne de l'acide sulfureux et du mercure métallique.

721. Le mercure se combine avec beaucoup de métaux et forme ainsi des composés qui portent le nom d'*amalgames*. Tous ces corps sont décomposés par la chaleur; plusieurs sont liquides à la température ordinaire, et tous sont plus ou moins solubles dans le mercure.

Osmium. (P.At.=1244,48.)

722. Ce métal est solide, gris-noir; chauffé à l'air libre, il s'oxyde et se volatilise, en formant une fumée blanchâtre, d'une odeur insupportable. Chauffé jusqu'à 50°, il paraît déterminer, par contact, l'union de l'hydrogène avec l'oxygène, comme le platine. Il n'a encore été trouvé que dans le platine brut, uni à l'iridium, et présentant de petits grains très cassants, brillants, et dont la pesanteur spécifique est de 19,5. Il n'a point d'usage.

723. L'*acide osmique* ($Os.O^4$.) est blanc, caustique, très volatil, d'une odeur analogue à celle du chlore, soluble dans l'eau, sans action sur l'air et sur le gaz oxygène, et réductible par la chaleur. Il n'existe point dans la nature, et s'obtient en portant à la chaleur rouge brune un mélange d'osmium et de nitrate de

potasse; l'acide se volatilise et se condense dans le col de la cornue employée à cette préparation. Il se combine très bien avec la soude et la potasse, tandis que son affinité pour les acides est très faible.

On connaît deux autres composés d'osmium et d'oxygène (le protoxyde $= Os.O^3$. et le deutoxyde $=Os. O^2$.), et l'on soupçonne l'existence d'un troisième oxyde intermédiaire entre le deutoxyde et l'acide osmique.

MÉTAUX DE LA SIXIÈME CLASSE.

724. Cette section renferme les divers métaux qui ne peuvent absorber l'oxygène à aucune température, ou du moins qui, s'ils en absorbent à une température très élevée, l'abandonnent par le refroidissement (comme cela a lieu pour l'argent, que quelques auteurs rangent, pour cette raison, dans la section précédente).

Argent. (P.At. = 1351,61.)

725. L'argent, connu de toute antiquité, et désigné autrefois par les noms de *Lune*, de *Diane*, est solide, d'une couleur blanche, très brillant, peu dur, très ductile et très malléable. Sa pesanteur spécifique est de 10,4743. L'argent entre en fusion au-dessous de la couleur rouge-cerise; il est sans action sur l'air et sur le gaz oxygène secs ou humides, à la température ordinaire; chauffé dans des vaisseaux fermés, il fond et n'éprouve aucune altération; chauffé à l'air libre, il se volatilise; il est capable de cristalliser par le refroidissement en pyramides quadrangulaires. L'argent se trouve dans la nature: 1° à l'état natif, en Sibérie, en Norwège, en Espagne, en France et sur-tout au Pérou; 2° allié avec l'arsenic,

l'antimoine, le mercure; 3° combiné avec le soufre; 4° combiné avec le chlore; 5° à l'état de carbonate.

726. L'*oxyde d'argent* (Ag.O.) est vert-olive foncé, insipide, inodore, insoluble dans l'eau, inaltérable par l'air, l'oxygène et la lumière. Il se réduit aisément par la chaleur, par la pile et par la plupart des corps combustibles.

Combiné avec l'eau, il forme un *hydrate* noir.

727. Le soufre, en s'unissant à l'argent, forme un *sulfure* (Ag.S.) solide, gris bleuâtre, lamelleux; chauffé à l'air libre, il se transforme en acide sulfureux et en argent. Ce sulfure se trouve dans les mines d'argent, au Mexique, en Hongrie, etc.; il se forme toutes les fois que l'on met l'argent en contact avec l'hydrogène sulfuré; ainsi, des œufs, que l'on fait cuire dans un vase d'argent, rendent ce métal plus ou moins noir; cet effet est dû au soufre qu'ils renferment, qui s'unit à l'argent et forme un sulfure.

Ordinairement on enlève ce sulfure d'argent par des moyens purement mécaniques; mais quand il forme des taches épaisses, on peut les faire disparaître à l'aide de l'acide hydrochlorique bouillant, ou d'une dissolution de caméléon minéral.

728. Les *sels d'argent* brunissent à la lumière : ils sont presque tous insolubles dans l'eau. Ceux qui sont solubles précipitent en vert-olive par la potasse, la soude, l'ammoniaque et l'eau de chaux; l'ammoniaque redissout facilement le précipité; ils sont précipités en blanc jaunâtre par les carbonates et par les sous-carbonates; en jaune, par les phosphates; en noir, par l'acide hydrosulfurique et par les hydrosulfates solubles; le chlore, l'acide hydrochlorique et les hydrochlorates versés dans leurs dissolutions, font naître un précipité blanc, caillebotté, in-

soluble dans l'eau et dans l'acide nitrique, et soluble dans l'ammoniaque : si l'on y plonge une lame de cuivre, l'argent en est séparé à l'état métallique; enfin chauffe-t-on ces sels au chalumeau, ils sont décomposés, et le métal est mis à nu.

729. Le *nitrate d'argent* est incolore, amer, âcre, caustique, soluble dans l'eau et inaltérable à l'air; il cristallise en lames minces, brillantes, de formes très variées. Lorsqu'il est dissous, il tache la peau en violet.

Chauffé à la chaleur rouge, il se décompose et se réduit. Une partie de ce sel, mêlée avec 3 ou 4 parties de phosphore, détone par un choc subit en produisant une vive combustion. Sa dissolution, mise en contact avec le phosphore ou avec le charbon, à la température de 100°, est réduite en peu d'instants; elle est précipitée en rouge par les chromates et l'acide chromique; le précipité est un chromate d'argent. Si, après avoir précipité l'oxyde du nitrate d'argent par la potasse ou la soude et l'avoir lavé, on en met quelques grains dans une capsule avec une quantité d'ammoniaque liquide, telle que l'oxyde ait la consistance d'une bouillie très claire, on obtiendra, lorsque le mélange sera sec, une masse grumeleuse, qu'il suffira de toucher avec un tube verre pour obtenir une violente détonation : c'est l'*argent fulminant;* il est solide, gris, inodore, soluble dans l'ammoniaque et insoluble dans l'eau.

Lorsqu'on chauffe le nitrate d'argent cristallisé, il se boursouffle, abandonne son eau de cristallisation, et fond. Coulé à cet état dans des moules cylindriques, il constitue la *pierre infernale*; elle est noire si le moule est de cuivre, et très blanche, s'il est de verre.

Pour l'obtenir, on fait chauffer, à une douce chaleur, de l'argent en grenaille avec un excès d'acide

nitrique pur étendu de son poids d'eau; on évapore la liqueur et on la laisse refroidir pour obtenir le nitrate cristallisé; dans cet état, le nitrate est acide. Pour l'avoir neutre, il faut évaporer la dissolution jusqu'à siccité, et le chauffer de manière à le faire fondre. Dans ce nouvel état, il est plus soluble que le nitrate acide, mais il est incristallisable.

Ce sel est un réactif très utile, sur-tout quand il s'agit de découvrir l'acide hydrochlorique, soit libre, soit combiné. On l'emploie aussi en médecine.

730. L'argent forme avec le cuivre des alliages qui ont plus de dureté que l'argent pur. La monnaie de France renferme 900/1000 d'argent et 100/1000 de cuivre; c'est ce qu'on exprime en disant que son *titre* est de 900/1000. La monnaie de *billon* est au titre de 200/1000 seulement; il y a également deux titres pour les ouvrages d'orfévrerie. Les couverts, la vaisselle, etc., sont au titre de 950, et les bijoux à celui de 800.

Or. (P.At. = 1243.)

731. L'or est solide, jaune, brillant, inodore, insipide, occupant le premier rang parmi les métaux par sa ductilité et sa malléabilité; il jouit d'une très grande ténacité; sa pesanteur spécifique est 19,257. Il est un peu moins fusible que l'argent; il n'est nullement oxydable par l'air ou par l'oxygène, soit à froid, soit à chaud. Selon quelques chimistes, l'or est oxydable au moyen de l'électricité; ce qu'il y a de certain, c'est que, par une forte décharge électrique, on le convertit en une poudre pourpre que plusieurs chimistes regardent comme un oxyde, tandis que d'autres ne la regardent que comme de l'or très divisé. Il s'unit avec la plupart des métaux,

ainsi qu'avec le soufre, le phosphore, l'iode et le chlore.

L'or est très employé à faire des bijoux. En le précipitant de sa dissolution dans un mélange d'acide nitrique et d'acide hydrochlorique par l'hydrochlorate d'étain, on obtient le *pourpre de Cassius*, et, en le précipitant de cette même dissolution par le sulfate de fer, on se procure l'or en poudre avec lequel on dore la porcelaine. On l'emploie assez souvent en médecine, comme antisyphilitique. L'or n'existe qu'à l'état natif ou combiné avec un peu d'argent, de cuivre et de fer. On l'obtient en triturant la mine avec du mercure, et soumettant le mélange à la distillation.

732. L'or forme avec l'oxygène deux combinaisons : un *protoxyde* ($Au^2.O.$) qui est vert foncé, peu stable et décomposable par la lumière, et un *peroxyde d'or* ou *acide aurique* ($Au^2.O^3.$), qui est brun foncé et très facile à réduire par la chaleur et par la lumière. Avec l'eau, il forme un *hydrate* jaune orangé. Les acides nitrique et sulfurique concentrés en dissolvent des traces, mais ces dissolutions sont précipitées par l'eau.

733. Il existe deux *chlorures d'or*. Le proto-chlorure ($Au.Ch.$) est insoluble dans l'eau. Le *perchlorure* ($Au.Ch^3.$) est rouge-brun foncé, soluble dans l'eau et déliquescent. Dissous dans l'acide hydrochlorique, il forme un *hydrochlorate de chlorure*, que l'on appelle ordinairement de l'*hydrochlorate d'or*. Ce sel est styptique, jaune pâle, et cristallise en aiguilles solubles dans l'eau ; chauffé à une douce chaleur, il se décompose en acide hydrochlorique et en hydrochlorate neutre ; chauffé un peu plus, il abandonne de l'acide hydrochlorique et se transforme en proto-chlorure ; enfin, chauffé davantage, il abandonne le chlore et se réduit. Dissous dans

l'eau, il est d'un beau jaune, plus ou moins foncé, selon qu'il est en plus ou moins grande quantité. Il colore en pourpre foncé la peau et l'épiderme de la plupart des substances végétales.

734. Le cuivre s'allie en toutes proportions avec l'or, sans en changer la couleur; la densité du composé diminue, mais sa dureté est augmentée. En France les monnaies d'or renferment 900 d'or et 100 de cuivre. Les bijoux d'or ont trois titres; savoir : 750, 840 et 920 millièmes d'or.

Platine. (P.At. = 15,23.)

735. Le platine, découvert en 1741 par Wood, est solide, presque aussi blanc que l'argent, brillant, très ductile et très malléable; sa ténacité est très grande; sa pesanteur spécifique est de 20,98, quand il n'a point été forgé.

On ne fond le platine qu'à l'aide du chalumeau à oxygène; il est sans action, à toute température, sur l'air et sur le gaz oxygène; il ne s'oxyde dans l'air que par une décharge électrique.

Le platine s'unit à un grand nombre de métaux; il se combine avec le soufre, le phosphore, le bore, le sélénium, le chlore et l'iode. A l'état spongieux, il possède la propriété d'enflammer un mélange de gaz hydrogène et de gaz oxygène.

Le platine est inattaquable par tous les acides, si ce n'est par l'eau régale, qui en opère la dissolution.

Le platine se rencontre combiné avec l'iridium, le palladium, etc.; il est sous la forme de paillettes ou de petits grains contenant quelques métaux, de la silice, du soufre, etc. On le trouve quelquefois sous la forme de masses d'une livre ou d'une livre et demie.

*

On emploie le platine pour faire des capsules, des creusets, des cornues, des tubes, etc., pour des opérations de chimie.

736. On connaît deux oxydes de platine : *le protoxyde* (Pt.O.) est noir, et ressemble à du charbon; il est réduit très facilement par les corps combustibles et par la chaleur. Le *peroxyde* ($Pt.O^2$.) est également noir, et forme avec l'eau un *hydrate* brun rougeâtre. Il se combine avec les acides et avec les bases.

737. Les *sels de protoxyde de platine* sont d'un vert-olive, ou brun verdâtre; ils donnent avec la potasse, un précipité noir, soluble dans un excès d'alcali et qui se colore en vert.

Les *sels de deutoxyde* sont d'un jaune-rouge ou brun-rouge; la plupart sont solubles dans l'eau. Les alcalis ne les décomposent qu'imparfaitement, parce qu'il se forme des sels doubles. Le proto-chlorure d'étain ne les précipite pas, mais y produit une couleur rouge intense, qui est caractéristique. Avec les hydrosulfates et l'hydrogène sulfuré, ils donnent un précipité noir.

738. Le *bi-chlorure de platine* ($Pt.Ch^4$.) est rouge intense, très soluble dans l'eau et cristallise en prismes.

Iridium. (P.At. = 1233,49.)

739. L'iridium, découvert en 1803 par M. Descotils, est solide, blanc grisâtre, dur; sa pesanteur spécifique est inconnue. Il est sans action sur l'air et sur le gaz oxygène, quelle que soit la température. Calciné avec la potasse ou la soude, à l'air libre, il s'oxyde, se combine avec l'alcali, et lui donne une couleur noire. Les acides n'exercent aucune action sur ce métal.

740. Il existe quatre oxydes d'iridium.

Le *protoxyde* ($Ir.O.$) est une poudre noire qui se dissout dans la potasse, mais n'est pas attaquée par les acides. Combiné avec l'eau, il forme un hydrate qui est au contraire également soluble dans les alcalis et les acides. Le *sesqui-oxyde* ($Ir^2.O^3.$) jouit de propriétés très analogues à celles du protoxyde. Le *bioxyde* ($Ir.O^2.$) n'a pas encore été obtenu isolé, mais forme, avec les acides, des sels particuliers; enfin, le tritoxyde ($Ir.O^3.$) n'a également été observé qu'à l'état de combinaison.

741. Les *sels d'iridium* ont été peu étudiés et n'offrent au médecin aucun intérêt.

Rhodium. (P. At. = 750,60.)

742. Le rhodium, découvert en 1803 par Wollaston, est solide, fragile, blanc-gris; sa pesanteur spécifique paraît être de 11,000. Il est sans action sur l'air et sur le gaz oxygène, quelle que soit sa température, et inattaquable par les acides. Calciné avec la potasse ou la soude, il s'oxyde et s'unit à ces alcalis. Allié avec quelques métaux, il devient soluble dans l'eau régale. Il agit, comme le platine, à la température de l'atmosphère, sur un mélange d'oxygène et d'hydrogène. On ne trouve le rhodium, de même que le palladium, que dans la mine de platine.

743. Les *oxydes de rhodium* sont à peine connus. Suivant M. Berzelius, il en existe trois : le premier est noir, le deuxième est brun, et le troisième rouge.

Parmi les oxydes de rhodium, le protoxyde est le seul qui puisse se combiner aux acides; mais le sel qui en résulte n'a encore été étudié qu'en combinaison avec les hydrochlorates d'ammoniaque, de potasse ou de soude.

PALLADIUM. (P.At. = 703,70.)

744. Découvert en 1803 par Wollaston, le palladium est solide, blanc, très malléable, dur et à cassure fibreuse. Sa pesanteur spécifique est de 11,3 à 11,8.

On ne parvient à fondre ce métal qu'au moyen d'un feu alimenté par le gaz oxygène; alors il entre en fusion, bout et brûle, en produisant des aigrettes lumineuses.

L'*oxyde de palladium* est noir lorsqu'il est desséché, et rouge-brun à l'état d'hydrate ; il est décomposable par la chaleur.

B. CHIMIE VÉGÉTALE.

745. La *chimie végétale* est cette partie de la science qui s'occupe des principes élémentaires, soit médiats soit immédiats des végétaux, des lois qui président à leurs combinaisons, et des composés qui en résultent. Elle forme, concurremment avec la chimie animale, de laquelle nous parlerons plus tard, la chimie organique opposée à ce que l'on appelle chimie inorganique, et qui n'est autre chose que la chimie minérale, sujet de tout ce qui précède.

746. On divise ordinairement les principes des végétaux en *médiats* et *immédiats*. Les premiers sont ces substances vraiment élémentaires qui entrent dans la composition du végétal. Les *principes immédiats* sont les composés intermédiaires qui, combinés, forment le végétal, et qui résultent d'une combinaison antérieure de principes élémentaires. Les premiers sont en très petit nombre; ce sont l'hydrogène l'oxygène, le carbone, et quelquefois l'azote. Quelques-uns y joignent le phosphore, l'iode, le chlore, le soufre, et, parmi les métaux, le potas-

sium, le sodium, etc.; mais le nombre des principes immédiats est immense, et ce sont eux qu'il importe d'étudier pour connaître la chimie végétale.

ACIDES VÉGÉTAUX.

747. Ils sont inodores, à l'exception de l'acide acétique, pour la plupart cristallisables, décomposables en tout ou en partie par la chaleur rouge, solubles dans l'eau, et presque toujours dans l'alcool, sur-tout lorsqu'on en élève la température, et déliquescents à l'air saturé d'humidité. Ils agissent, mais seulement à une haute température, sur les métaux de la seconde classe. Ils s'unissent tous aux bases salifiables, et forment avec eux des sels, sur lesquels le calorique, l'électricité, l'eau, les alcalis, etc., agissent à peu près de la même manière que sur les autres sels.

748. La composition chimique des acides végétaux varie beaucoup; les uns ne sont formés que par de l'oxygène et du carbone, les autres renferment ces deux éléments unis à de l'hydrogène, qui est toujours en trop petite quantité pour former de l'eau avec tout l'oxygène contenu dans ces substances, tantôt en excès. On peut les diviser ainsi en trois sections.

A. *Acides végétaux composés de carbone et d'oxygène.*

749. Ces acides sont au nombre de trois, savoir : l'acide oxalique, l'acide mellitique et l'acide croconique.

ACIDE OXALIQUE. ($C^4.O^3$.)

750. L'acide oxalique ne peut exister qu'à l'état

de combinaison avec des bases ou avec l'eau. Avec ce dernier corps, il forme deux *hydrates* solides; l'un cristallisable et renfermant trois atomes d'eau pour un atome d'acide, l'autre obtenu en desséchant les cristaux dont nous venons de parler, et composé d'un atome d'eau et d'un d'acide. C'est ce dernier composé qui a été analysé par la plupart des chimistes, comme étant de l'acide oxalique pur, et qui a fait regarder ce corps comme étant composé d'oxygène, d'hydrogène et de carbone, comme la plupart des substances végétales. ($C^4.O^3.+H^2.O.= C^4.O^4.H^2$).

751. L'acide oxalique hydraté ordinaire ($C^4.O^3. +3H^2.O.$), cristallise en longs prismes tétraèdres, terminés par des sommets dièdres, incolores et transparents. Il est très sapide, rougit fortement l'infusion de tournesol, perd par le calorique 30/100 d'eau, et se réduit en une poudre blanche qui réabsorbe ce liquide ($C^4.O^3.+H^2.O.$). Chauffé dans une cornue, il fond dans son eau de cristallisation, se dessèche et se volatilise presque en totalité sans éprouver de décomposition, mais il se décompose complétement à la chaleur rouge; il se dissout dans son poids d'eau bouillante, et dans deux fois son poids d'eau à la température ordinaire. Il précipite l'eau de chaux et tous les sels calcaires (le précipité est insoluble dans un excès d'acide oxalique); enfin il a la propriété de détruire les couleurs à base de fer et les taches d'encre.

Cet acide existe dans le pois chiche, l'oseille, etc. Il est toujours uni à la potasse, à la soude, à la chaux ou à l'oxyde de fer. On le prépare, soit en traitant le sucre par six à sept fois son poids d'acide nitrique, soit en décompsant l'oxalate acide de potasse par l'acétate de plomb : il se forme un oxalate de plomb insoluble qui, convenablement traité par l'acide

hydrosulfurique, donne une dissolution incolore d'acide oxalique.

752. Dans les *oxalates* neutres, la quantité de l'acide est telle, que l'oxygène de celui-ci supposé anhydre, est à l'oxygène de la base comme trois est à un. Tous ces sels sont décomposés par le feu, mais ils ne fournissent pas tous les mêmes produits. Ceux qui sont anhydres (les oxalates de plomb et de zinc) donnent de l'acide carbonique et du métal (exemple : oxalate de plomb $=Pb.O+C^4.O^3.=Pb.+C^4.O^4.$ ou $4C.O.$), ceux qui contiennent de l'eau combinée, donnent tantôt de l'acide carbonique, de l'eau et du métal (exemple : oxalates d'argent, de cuivre et de mercure); tantôt de l'eau de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de l'acide acétique, de l'huile, du gaz hydrogène carboné, du charbon et un carbonate (exemple : oxalate de baryte, de chaux et de strontiane).

L'eau dissout parfaitement les oxalates neutres de potasse, de soude, d'ammoniaque et d'alumine; mais ces sels deviennent moins solubles par un excès d'acide. Ces dissolutions précipitent en blanc les sels solubles de chaux, de baryte, de strontiane, de zinc, de bismuth, de manganèse, de cérium, de titane, de plomb, de mercure et d'antimoine.

Les seuls oxalates importants sont les *oxalates de potasse*, qui sont au nombre de quatre, l'oxalate neutre, l'oxalate acidule ou bi-oxalate, le tri-oxalate et l'oxalate acide ou quadroxalate. Le *bi-oxalate*, qui s'emploie dans la médecine vétérinaire, cristallise facilement, et donne des parallélipipèdes opaques, très courts; rougit la teinture de tournesol, est très acide, n'attire point l'humidité de l'air, et se dissout dans l'eau moins facilement que l'oxalate neutre. L'*oxalate acide de potasse* ou *sel d'oseille* est solide, blanc, opaque, inaltérable à l'air, in-

soluble dans l'alcool, soluble dans l'eau, mais moins que l'oxalate neutre. Il sert à préparer l'acide oxalique et plusieurs oxalates, à détruire les taches d'encre, etc. On l'extrait en Suisse du *rumex acetosella,* et en Angleterre de l'*oxalis acetosella.*

753. Lorsqu'on distille l'*oxalate d'ammoniaque,* il se forme un produit très remarquable qui a reçu le nom d'*oxamide*; il est volatil, cristallisable et soluble dans l'eau chaude. Traité par la potasse, il se transforme en acide oxalique ou en ammoniaque, et sa composition élémentaire est en effet la même que celle de l'oxalate d'ammoniaque, moins un volume d'eau (supposant toutefois ce sel anhydre, état sous lequel il ne peut exister), car il est formé de $Az^2.H^4.C^4.O^2$, et l'oxalate d'ammoniaque$=Az^2.H^6.+C^4.O^3.+H^2.O.$ (et qui est égal à $Az^2.H^4.C^4.O^4.=Az^2.H^4.C^4.O^2.+H^2.O^2.$). M. Dumas, à qui l'on doit la connaissance de ce corps, le regarde comme composé d'oxyde de carbone et d'un azoture d'hydrogène particulier, qui n'a pas encore été obtenu isolé. Dans cette hypothèse la formule de l'oxamide serait $Az^2.H^4.+2C^2.O.$

Acide mellitique. ($C^8.O^3.$)

754. Cet acide existe à l'état de mellate d'alumine dans un minéral nommé *mellite.* Il contient, comme on le voit dans sa formule, moitié moins d'oxygène que l'acide oxalique. Il cristallise et se trouve alors à l'état d'hydrate ($C^8.O^3.+H^2.O.$). Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool, et forme, avec les bases, des sels qui sont tous insolubles, excepté ceux qui sont formés par les alcalis, mais qui deviennent solubles dans un excès d'acide.

Acide croconique. ($C^{10}.O^3.$)

755. Cet acide s'extrait d'une substance rougeâ-

tre qui se volatilise pendant la préparation du potassium par le charbon; il a la propriété de teindre très fortement l'eau en rouge.

B. *Acides végétaux composés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, et renfermant un excès de ce dernier élément.*

756. Ces acides sont en très grand nombre; les uns existent tout formés dans la nature, les autres sont toujours le produit de l'art, et il en est aussi qui ont ces deux origines.

Tous renferment plus d'oxygène qu'il n'en faudrait pour former de l'eau avec l'hydrogène qui entre dans leur composition, et ce caractère est distinctif.

Nous ne parlerons ici que des acides végétaux les plus importants.

ACIDE ACÉTIQUE. ($H^6.C^4.O^3.$)

757. L'acide acétique est incolore, très sapide, d'une odeur très piquante. Lorsqu'il est bien pur, il se prend en une masse cristalline, à la température d'environ 13°. Sa pesanteur spécifique est de 1,063. Soumis à l'action du calorique, il se volatilise sans se décomposer. Il n'entre en ébullition qu'au-dessus de 100°. Il est beaucoup plus soluble dans l'eau que dans l'alcool.

Les usages de cet acide sont très étendus, et assez connus pour que nous puissions nous dispenser de les énumérer ici. Mêlé avec du sulfate de potasse, il constitue le *sel de vinaigre*, qu'on emploie comme excitant.

L'acide acétique est abondamment répandu dans la nature : on le trouve dans la sève des végétaux, dans la sueur et l'urine de l'homme, etc. Il se pro-

duit toutes les fois qu'on décompose par la chaleur une matière végétale ou animale, etc.

On obtient cet acide de diverses manières, soit en décomposant le bois par la chaleur dans des vases fermés, soit en décomposant quelques acétates par le feu ou par l'acide sulfurique, ou bien enfin en distillant le vinaigre.

758. Les *acétates* se décomposent par la chaleur, comme les autres substances végétales; mais ils fournissent, en outre, une certaine quantité d'un liquide inflammable, que l'on connaît sous le nom d'*esprit pyro-acétique*. Ils sont presque tous solubles dans l'eau. Ils sont décomposés par les acides sulfurique, nitrique, hydrochlorique, hydrosulfurique et phosphorique, qui en dégagent l'acide acétique. L'acide hydrosulfurique décompose ceux dont les oxydes peuvent former avec lui des sulfures.

759. L'*acétate de potasse*, ou *terre foliée de tartre*, est sous la forme de petits feuillets blancs, excessivement déliquescents, et doués d'une saveur piquante. Si l'on fait chauffer ce sel dans des vases fermés avec son poids de deutoxyde d'arsenic, on obtient de la potasse en partie carbonatée, de l'arsenic métallique, des produits gazeux, et deux produits liquides, dont l'un, huileux, jaune, fumant, et connu sous le nom de *liqueur fumante de Cadet*, est regardé par M. Thénard comme un acétate oléo-arsenical contenant un peu d'esprit pyro-acétique. L'acétate de potasse est employé en médecine. Il se trouve dans la sève de presque tous les arbres. On peut l'obtenir en faisant dissoudre du sous-carbonate de potasse dans l'acide acétique concentré.

760. L'*acétate d'ammoniaque* ou *Esprit de Mindérérus*, est volatil, d'une saveur très piquante, et très soluble dans l'eau et dans l'alcool. Il est employé en médecine et existe en petite quantité dans les

urines pourries. On l'obtient en saturant l'acide acétique par l'ammoniaque.

761. Le *sous-acétate de deutoxyde de cuivre*, ou *vert-de-gris*, est d'un vert pâle, pulvérulent, inaltérable à l'air et insoluble dans l'alcool; il se décompose par l'eau en acétate neutre soluble, et en sous-acétate insoluble, avec un plus grand excès de base. Il entre dans la composition de plusieurs médicaments, tels que l'onguent égyptiac, l'emplâtre divin, etc. Pour le préparer, on place sur le sol une couche de marc de raisin, et par dessus une couche de lames de cuivre, et ainsi de suite. Au bout de quelque temps, le marc fermente, et, par conséquent, produit de l'acide acétique qui s'unit au cuivre oxydé aux dépens de l'oxygène de l'air.

762. L'*acétate neutre de deutoxyde de cuivre* ou *verdet cristallisé* (cristaux de Vénus), est plus vénéneux que le précédent; ce sel est vert bleuâtre, un peu efflorescent et soluble dans l'eau et dans l'alcool : sa saveur est styptique et sucrée. On s'en sert pour obtenir le vinaigre radical. On l'obtient en traitant le vert-de-gris par l'acide acétique.

763. L'*acétate de plomb neutre* ou *sel de Saturne*, cristallise en longs prismes tétraèdres, que terminent des sommets dièdres; sa saveur est sucrée et très astringente; il rougit médiocrement le sirop de violette; se décompose par le calorique, qui en dégage l'acide acétique; se dissout dans un poids d'eau plusieurs fois moindre que le sien, et dissout à son tour un poids égal au sien de protoxyde de plomb. On l'obtient en faisant bouillir de la litharge calcinée et pulvérisée, dans le vinaigre, et en faisant calciner cette dissolution. Il est employé en médecine.

764. Le *sous-acétate de plomb*, vulgairement dit *extrait de Saturne*, se divise en deux espèces, l'une

soluble et l'autre insoluble. Le premier contient 100 d'acide et 656 de protoxyde métallique ; le second se compose de acide 100 et oxyde 1608. Le premier se présente tantôt en masses de formes confuses, tantôt en lames opaques et blanches ; il a une saveur douce et astringente, verdit le sirop de violette, se dissout assez bien dans l'eau, et est inaltérable à l'air ; étendu d'eau de fontaine, il constitue l'*eau blanche* ou *eau de Saturne*, dite aussi *eau de Goulard ;* il se décompose par la gomme, le tannin et la plus grande partie des substances animales. Tous deux sont vénéneux.

Le sous-acétate de plomb liquide, connu sous le nom d'*extrait de Saturne*, mêlé à 64 parties d'eau distillée et 4 parties d'alcool faible, constitue l'*eau de Goulard*, souvent employée à l'extérieur comme répercussif.

ACIDE TARTRIQUE. ($H^4.C^8.O^5$.)

765. Cet acide découvert par Schéele, et nommé successivement *tartareux* et *tartarique* existe dans le moût de raisin, le vin, les tamarins, etc., et ne se trouve que combiné avec la potasse ou la chaux.

Il cristallise ou en lames légèrement lancéolées, ou en prismes plats, réunis par une extrémité; il est très sapide et rougit l'infusion de tournesol. Chauffé dans des vaisseaux fermés, il fond à 120°, se boursouffle, enfin se décompose, et fournit un acide particulier cristallisable, nommé *pyro-tartarique* ; cristallisé, il est inaltérable à l'air, se dissout facilement dans l'eau, moins bien dans l'alcool et donne alors, si l'alcool a été bien concentré, une liqueur visqueuse semblable à l'acide malique, et perd lui-même la propriété de cristalliser ; il est converti par l'acide nitrique en acide oxalique.

766. Le caractère général des *tartrates* est d'être

décomposés par le feu, et de fournir des produits volatils analogues à ceux de l'acide tartrique, et de ne point se dissoudre dans l'eau, si l'on en excepte quelques tartrates neutres.

Les tartrates neutres de potasse, de soude, d'ammoniaque, de magnésie et de deutoxyde de cuivre, sont solubles dans l'eau; presque tous les autres sont insolubles dans ce liquide, mais se dissolvent dans un excès d'acide; quant aux tartrates solubles dans l'eau, ils sont transformés par l'acide tartrique, ou par un autre acide fort, en tartrates beaucoup moins solubles.

767. Le *sur-tartrate de potasse* (vulgairement *crême de tartre*) se trouve tout formé dans le vin, et se dépose en grandes plaques cristallines sur les parois des tonneaux, d'où on le râcle tous les cinq ou six mois. On le purifie en dissolvant ce dépôt (que l'on appelle *tartre brut*), dans l'eau bouillante, en ajoutant 1/100 de terre argileuse grisâtre, en filtrant et en faisant cristalliser. Les cristaux ainsi obtenus sont des quadrilatères courts. Le sel est acide, rougit l'infusion de tournesol, fond dans 60 parties d'eau bouillante et 100 d'eau froide; ne fond pas dans l'alcool, est inaltérable à l'air, se décompose par le calorique, et donne alors, outre divers gaz, de l'acide pyro-malique. Il est formé d'une très grande quantité de tartrate acidule de potasse, de 7 à 8 centièmes de tartrate de chaux, d'une plus petite quantité d'alumine, de silice, d'oxyde de fer et d'oxyde de magnésie. On l'administre comme purgatif, et, en général, on le mêle à 1/8 de borax, ce qui le rend plus soluble.

768. Le *tartrate de potasse et de soude* (*sel de Seignette*) ne se trouve pas dans la nature; il cristallise très régulièrement: il est un peu amer, inaltérable à l'air et beaucoup plus soluble à chaud qu'à

froid. On l'emploie en médecine comme purgatif. On le prépare en saturant le tartrate acide de potasse par le sous-carbonate de soude.

769. Le *tartrate de potasse neutre* (*tartrate soluble*, *sel végétal*) est cristallisé en prismes rectangulaires à quatre faces, légèrement déliquescents, d'une saveur amère et fraîche, et d'une pesanteur spécifique de 1,556. Il est soluble dans son poids d'eau froide, et plus soluble encore dans ce liquide bouillant; il se dissout aussi dans l'alcool. Chauffé, il fond dans son eau de cristallisation, se boursouffle et finit par se décomposer. On l'obtient en saturant avec du carbonate de potasse, l'excès d'acide de la crême de tartre. C'est un purgatif doux.

770. Le *tartrate de potasse et de fer* cristallise en petites aiguilles verdâtres, très styptiques et solubles dans l'eau. La dissolution de ce sel n'est nullement troublée par la potasse, la soude et l'ammoniaque, ni par les sous-carbonates de ces alcalis; mais elle est décomposée par l'acide hydrosulfurique, qui s'empare de l'oxyde de fer, et laisse du tartrate acide de potasse moins soluble. Ce sel entre dans la préparation de beaucoup de médicaments, tels que les *boules* et la *teinture de Mars*, le *tartre chalybé*, etc. On l'obtient en faisant bouillir dans l'eau parties égales de limaille de fer et de crême de tartre.

771. Le *tartrate de potasse et d'antimoine* (ou *émétique, tartre stibié*) est incolore, d'une saveur caustique et nauséabonde, rougissant le tournesol, un peu efflorescent, soluble dans environ deux fois son poids d'eau bouillante, et dans quinze d'eau froide. Cette dissolution est troublée par les acides sulfurique, nitrique et hydrochlorique; elle laisse précipiter l'oxyde d'antimoine par la potasse, la soude, l'ammoniaque et par leurs carbonates. L'eau de chaux la décompose aussi, et y fait naître un dé-

pôt blanc de tartrate de chaux et d'antimoine, soluble dans l'acide nitrique. Les hydrosulfates alcalins en précipitent du kermès, tandis que l'hydrogène sulfuré en précipite en même temps et du kermès et de la crême de tartre. L'infusion éthérée de noix de galle y occasione un précipité abondant, caillebotté, d'un blanc grisâtre, tirant un peu sur le jaune. La décoction de plusieurs plantes amères et astringentes décompose de même cette dissolution, et donne un précipité toujours formé de crême de tartre et d'oxyde d'antimoine uni aux matières végétales employées. Ce sel est l'un des médicaments les plus employés; il est toujours le produit de l'art. On l'obtient en faisant bouillir parties égales de verre d'antimoine (693) et de tartrate acide de potasse, dans vingt fois leur poids d'eau; on agite continuellement le mélange; on filtre et on réduit la liqueur à siccité; on la redissout, et on la fait cristalliser par l'évaporation jusqu'à pellicule. On le prépare encore de la manière suivante : on fait dissoudre de la crême de tartre dans l'eau, et l'on ajoute ensuite du sous sulfate d'antimoine. On fait bouillir le tout ensemble : l'acide tartrique libre se combine alors avec l'oxyde d'antimoine du soussulfate, et donne du tartrate d'antimoine qui, uni au tartrate de potasse, forme l'émétique.

Acide citrique. ($H^4.C^8.O^4.$)

772. Cet acide retiré du suc des citrons par Schéele, existe dans une foule d'autres fruits. Pur, il est en prismes rhomboïdaux, transparents, d'une saveur acide et presque caustique; il rougit l'infusion de tournesol, est inaltérable à l'air et soluble dans demi-partie d'eau bouillante et deux tiers d'eau froide; il cristallise en prismes rhomboïdaux; chauffé dans des vaisseaux fermés, il fond, perd son eau de cristalli-

sation, se décompose, jaunit, laisse dans la cornue un charbon brillant, et dégage une huile empyreumatique et de l'acide pyro-citrique. Il neutralise l'eau de chaux sans la précipiter; précipite en blanc les eaux de baryte et de strontiane, et trouble l'acétate de plomb. Il se compose, quand il est cristallisé, de 79 parties d'acide, et de 21 parties d'eau.

773. Les *citrates* sont tous décomposés par le feu et donnent ainsi du charbon, de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène carboné, de l'eau, de l'huile empyreumatique, etc. L'eau dissout les citrates de potasse, de soude d'ammoniaque, de manganèse et de fer; les autres sont peu ou point solubles, mais se dissolvent dans un excès d'acide. Les citrates neutres renferment quatre fois autant d'oxygène dans l'acide que dans la base.

Acide benzoïque. ($H^{12}.C^{30}.O^{3}.$)

774. Cet acide, connu autrefois sous le nom de *fleurs de benjoin*, existe dans les baumes, et se forme lorsqu'on volatilise l'*acide hippurique*, produit contenu dans l'urine des mammifères herbivores. Il cristallise en longs prismes blancs, brillants, satinés et légèrement ductiles; pur, il est inodore; sa saveur est piquante; il rougit l'infusion du tournesol, est inaltérable à l'air, et se dissout dans 200 parties d'eau froide, 30 d'eau à 90°, et dans son poids d'alcool; il se dissout également dans l'acide nitrique et dans plusieurs acides minéraux; il pèse spécifiquement 0,657.

Acide gallique. ($H^{6}.C^{12}.O^{3}.$)

775. Retiré par Schéele de la noix de galle, cet acide se trouve aussi dans la fleur d'arnica, la racine de l'ellébore blanc, etc.; il est sous forme de cristaux

soyeux, blancs, mais ordinairement colorés en jaune, inodores, d'une saveur douceâtre et acide; il rougit le sirop de violettes, fond dans 20 parties d'eau froide, 3 d'eau bouillante, et une faible quantité d'alcool; il se transforme en acide oxalique par l'acide nitrique; précipite en blanc verdâtre les eaux de chaux, de baryte et de strontiane; colore en bleu foncé les dissolutions de peroxyde de fer, et uni au tannin, précipite un grand nombre de dissolutions métalliques. Il n'a point d'usage en médecine.

776. On connaît un grand nombre d'autres acides végétaux, tels que, l'*acide kinique* qui se trouve dans le quinquina, l'*acide méconique* contenu dans l'opium, l'*acide malique* qui existe dans les pommes, etc., etc.

DES ACIDES GRAS.

777. Ces acides diffèrent essentiellement de tous ceux dont il a déjà été question par leur composition chimique; car, de même que les corps gras non acides, ils renferment plus d'hydrogène qu'il n'en faudrait pour former de l'eau avec l'oxygène qu'ils contiennent. Ils sont très légers, très combustibles et peu ou point solubles dans l'eau.

On les divise en *acides gras fixes* et en *acides gras volatils*, suivant qu'ils ne se volatilisent pas ou se volatilisent, lorsqu'on les traite par l'eau bouillante. Les premiers sont les *acides stéarique*, *margarique* et *oléique*. Les acides gras volatils sont les *acides phocénique*, *butyrique*, *caproïque*, *caprique* et *hircique*.

ACIDE STÉARIQUE. ($C^{140}.H^{135}.O^5.$)

778. Il est toujours le produit de l'art; on l'obtient par la saponification des graisses de mouton,

de bœuf ou de porc; il est composé de 100 parties d'acide sec et de 3,52 d'eau (l'acide sec contient 7,377 oxygène, 80,145 carbone, 12,478 hydrogène, en poids). Solide, blanc, insipide, inodore, il rougit l'infusion de tournesol, mais seulement à chaud; après la fusion, il se présente sous la forme d'un liquide incolore, limpide, cristallisable à 70° cent.; se décompose si on le chauffe dans une cornue, brûle comme de la cire, si on le chauffe au contact de l'air; se dissout dans l'alcool et l'éther, mais après avoir été liquéfié par la chaleur, et forme avec la potasse un stéarate et un bi-stéarate ou stéarate acide. Le premier est en belles écailles nacrées et brillantes; le second est aussi en écailles, mais d'un éclat analogue à celui de l'argent.

L'acide stéarique est composé de 1 volume d'oxygène, de 14 volumes de carbone et de 27 d'hydrogène; d'après M. Chevreul, son poids atomique est de 6699,5, et sa formule $C^{140}.H^{135}.O^{5}$.

Les *stéarates* neutres contiennent deux fois et demi autant d'oxygène dans leur acide que dans leur base.

Acide margarique. ($C^{68}.H^{65}.O^{3}$.)

779. On l'obtient en saponifiant la graisse humaine, etc., par les alcalis; il est composé de 100 parties d'acide sec et de 3,52 d'eau (l'acide sec est composé de 8,937 d'oxygène, 79,053 de carbone et 12,010 d'hydrogène en poids); fusible à 60°, il est cristallisable, par le refroidissement, en aiguilles entrelacées; du reste, il jouit des mêmes propriétés que l'acide stéarique, et forme avec la potasse un margarate et un bi-margarate.

Acide oléique. ($C^{140}.H^{117}.O^{5}$.)

780. Il est formé, par l'art, des graisses de porc,

d'homme, etc., saponifiées; il est composé de 100 parties d'acide sec et de 3,995 eau (l'acide sec contient 7,699 d'oxygène, 80,942 de carbone, 11,359 d'hydrogène en poids). Il a l'apparence de l'huile (*oleum*); incolore, d'une odeur et saveur légèrement rances, il rougit l'infusion du tournesol, et, à quelques degrés au-dessous de 0°, se congèle en aiguilles blanches. Chauffé dans une cornue, il fournit une huile d'abord incolore, mais qui bientôt après devient citrine et brune; chauffé à l'air, il brûle comme les huiles grasses et se volatilise sans altération dans le vide, il se dissout dans l'alcool, s'unit en toutes proportions avec les deux acides précédents, décompose les carbonates, et forme, avec les bases, des *oléates*, dont la composition est analogue à celle des stéarates, et parmi lesquels on remarque l'*oléate de potasse*, qui est pulvérulent, incolore, inodore et soluble dans l'alcool et l'éther, et le *sur-oléate*, qui est formé spontanément par la séparation des principes de l'oléate plongé dans une grande quantité d'eau.

ACIDE PHOCÉNIQUE. ($C^{20}.H^{14}.O^{3}.$)

781. L'acide phocénique, décrit d'abord par M. Chevreul sous le nom d'*acide delphinique*, existe dans l'huile de dauphin et de marsouin (*phocœna*), etc.; il est liquide, semblable à une huile volatile, incolore, d'une odeur tout-à-fait particulière, d'une saveur très piquante d'abord, analogue ensuite à celle de la pomme de reinette; peu soluble dans l'eau et très soluble dans l'alcool et l'acide sulfurique froid, il bout au-delà de 100° cent., reste liquide à — 9°, dissout le fer, brûle à la manière des huiles volatiles, et s'unit aux bases pour former des phocénates.

ACIDE BUTYRIQUE. ($C^{16}.H.^{11}O^{3}$.)

782. L'acide butyrique existe dans le savon de beurre et le lait de beurre; il est composé de 100 d'acide sec et 11,6 d'eau (l'acide sec contient 30,585 d'oxygène, 62,417 de carbone et 6,998 d'hydrogène en poids); incolore, semblable à une huile volatile, de la même odeur que le précédent, sa saveur est d'abord piquante, puis douceâtre; il est soluble dans l'eau, l'alcool, les acides sulfurique et nitrique; il dissout le fer, s'unit à la graisse de porc fondue, et donne un composé qui a l'odeur et la saveur du beurre, mais qui, exposé à l'air, perd tout son acide; il forme des *butyrates*, parmi lesquels le *butyrate de potasse* est remarquable par ses belles cristallisations en chou-fleurs.

ACIDE CAPROÏQUE.

783. L'acide caproïque (de *capra*, chèvre) existe dans le savon des beurres de chèvre et de vache.

CORPS GRAS NON ACIDES.

784. Ces principes, de même que les acides gras, contiennent de l'hydrogène en excès relativement à leur oxygène. On les divise en quatre groupes, d'après l'action que les alcalis exercent sur eux.

1° *Principes immédiats qui ne peuvent être ni altérés par les alcalis, ni s'y unir.* On en connaît deux, la *cholestérine* et l'*éthal.*

CHOLESTÉRINE. ($C^{36}.H.O^{63}$.)

785. La cholestérine désignée, à tort, par le nom d'*adipocire* donné déjà au gras de cadavres, forme la partie constituante essentielle des calculs

biliaires; elle se présente sous la forme d'écailles blanches, brillantes, insipides, inodores, sans action sur le tournesol et l'hématine; elle est fusible à 137°, et cristallisé, par le refroidissement, en lames rayonnées; fournit, par la distillation, une huile empyreumatique; est insoluble dans l'eau, soluble dans 6 parties d'alcool bouillant; inaltérable par les alcalis, incapable de saponification, et décomposable à chaud par 100 parties d'acide nitrique. MM. Caventou et Pelletier ont annoncé que, pendant l'action de cet acide sur la cholestérine, il se forme un acide particulier qu'ils nomment *cholestérique*.

Éthal.

786. L'éthal, produit de l'art, qui se forme quand on traite la cétine par la potasse, a été ainsi nommé, de *éth* et *al* (syllabes initiales d'*éther* et d'*alcool*), à cause de l'analogie de sa composition avec celle de l'alcool et de l'éther; il peut être considéré comme un hydrate d'hydrogène carboné octobasique ($= 16C^2.H^2. + H^2.O.$). Il est solide, inodore, insipide, semi-diaphane, fusible à environ 50°, volatilisable à quelques degrés au-dessus; brûle comme de la cire, quand il est chauffé à l'air; insoluble dans l'eau pure et alcalisée; soluble dans l'alcool à 54°, et dans les acides sulfurique et nitrique, mais seulement à l'aide de la chaleur, et en les décomposant eux-mêmes.

2° *Principes immédiats que les alcalis convertissent en substances grasses non acides, et en acides gras fixes.*

Cétine. ($C^{20}.H^{38}.O.$)

787. Retirée du *sperma ceti* ou *blanc de baleine* (en grec κῆτος) et de la graisse de plusieurs cétacés (161),

cette substance est solide, incolore, insipide, douce au toucher, fragile, presque inodore, fusible à 49°, sans action sur le tournesol, insoluble dans l'eau, et peu soluble dans l'alcool bouillant, d'où, par le refroidissement, elle se dépose sous forme de cristaux brillants et nacrés; elle fournit, par la distillation, une assez grande quantité de cristaux lamelleux et jaunâtres, une matière brunâtre, de l'eau acide, une huile empyreumatique et peu de charbon.

3° *Principes immédiats, que les alcalis convertissent en glycérine* (1) *et en acides gras fixes.*

Stéarine. ($C^{10}.H^{20}.O.$)

788. La stéarine, du mot grec (στέαρ, suif), se trouve dans les graisses de mouton, de bœuf et de porc; elle est sous forme d'aiguilles blanches, très fines, peu éclatantes, inodores quand elles n'ont pas été à l'air, sans action sur le tournesol, et fusibles à 44°. Chauffée dans le vide, cette substance se volatilise sans décomposition; mais si on la chauffe à l'air, elle brûle comme le suif, et se dissout dans 6 à 7 parties d'alcool bouillant.

Oléine.

789. On l'extrait des graisses d'homme, de jaguar, de porc, d'oie, etc. L'oléine de la graisse d'homme est incolore, semblable à une huile, liquide à 4° au-dessous de 0°; se congèle en aiguilles au-dessous de cette température; son odeur est

(1) La *glycérine* ou *principe doux des huiles* n'existe pas dans les corps gras, mais se forme lorsqu'on les traite par les oxydes métalliques; elle est incolore, déliquescente et d'une saveur douce.

presque nulle, et sa saveur douceâtre; elle est plus légère que l'eau, ne rougit pas le tournesol, se volatilise sans se décomposer dans le vide, mais brûle si on la chauffe au contact de l'air, et se dissout dans 32 parties d'alcool bouillant; sa densité est de 0,913. Sa composition diffère peu de celle de la stéarine.

4° *Principes immédiats gras que les alcalis convertissent en glycérine, en acides gras fixes et en acides gras volatils.*

790. La *Butyrine*, principe essentiel du beurre (en latin *butyrum*), est jaune ou incolore; elle a l'odeur du beurre chaud et une densité de 0,908; sans action sur le tournesol et insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool en toutes proportions; elle se congèle à 0° et peut se transformer par l'action de la potasse en une masse savonneuse, composée d'acides margarique et oléique, de glycérine et de potasse.

791. L'*Hircine* existe dans les graisses de bouc et de mouton; elle constitue, en s'unissant à l'oléine, la partie liquide du suif; insoluble dans l'alcool, elle est transformable par la potasse en acide hircique.

792. La *Phocénine* existe dans l'huile de marsouin.

HUILES.

793. On distingue les huiles en végétales et animales: nous ne parlerons ici que des premières. Les unes sont fixes, les autres volatiles.

Huiles fixes ou *grasses.*

794. Pendant long-temps, on a regardé les huiles fixes, ainsi que les graisses, comme des substances immédiates formées d'oxygène, d'hydrogène et de carbone. M. Chevreul a fait voir depuis, qu'elles

se composaient d'au moins deux principes immédiats, dont l'un, moins fusible, est analogue à la *stéarine* (788), et l'autre à l'*oléine* (789). Mais ces substances ne sont pas toujours identiques; leurs propriétés varient suivant les huiles dont on les a extraites, et la différence entre les huiles ne consiste pas seulement, comme on pourrait le croire, en ce qu'elles en contiennent des proportions différentes.

Quoi qu'il en soit, les huiles fixes, nommées aussi *grasses* ou *douces*, ne se trouvent que dans les semences ou dans le péricarpe des plantes dicotylédonées. Elles sont presque toujours liquides, visqueuses, à peu près inodores, de saveur désagréable; leur couleur est jaune ou jaune verdâtre, et leur pesanteur spécifique moindre que celle de l'eau. Chauffées dans une cornue, elles se décomposent et donnent du gaz hydrogène carboné, un peu de charbon et une huile d'un jaune-brun. Elles ne s'enflamment à l'approche d'un corps enflammé, que quand on en imprègne une matière avide d'oxygène, le coton par exemple. Exposées à l'air, elles se décomposent, s'épaississent, quelques-unes même se durcissent : ces dernières sont dites *siccatives*. Insolubles dans l'eau, elles se dissolvent presque toutes dans l'alcool et l'éther; la solubilité est alors en raison de la proportion d'oxygène qu'elles contiennent naturellement ou par absorption. Le soufre et le phosphore s'y dissolvent à l'aide de la chaleur.

795. Les *savons* sont de véritables composés salins résultant de la combinaison d'une huile grasse ou d'une graisse avec une base salifiable; leur composition, comme l'a prouvé M. Chevreul, est assujettie, ainsi que celle des sels, à des proportions définies. Les huiles, en se combinant avec les bases, se décomposent par la réaction de leurs principes, et se transforment en glycérine, et en acides oléique et

margarique : si l'on a opéré sur des graisses de mouton, de bœuf ou de porc, il se produit, outre ces acides, de l'acide stéarique. Trois savons seulement sont solubles dans l'eau, savoir : ceux de potasse, de soude et d'ammoniaque. Les savons ammoniacaux se préparent à froid, à cause de la grande volatilité de la base; ceux de potasse et de soude se préparent en faisant bouillir les huiles ou les graisses avec les alcalis; quant aux savons insolubles, on les obtient par la voie des doubles décompositions. Les savons de potasse, de soude et d'ammoniaque sont les seuls employés : les premiers sont toujours mous, et les seconds solides.

Huiles volatiles.

796. Les huiles volatiles ou huiles essentielles, sont, pour la plupart, âcres, caustiques, odorantes et non visqueuses; presque toutes sont plus légères que l'eau, et souvent elles sont liquides à — 10°. Quoique souvent jaunes, vertes ou bleues, elles ne colorent point le papier. Elles entrent en ébullition plus difficilement que l'eau; s'enflamment, si on les approche d'un corps en combustion; se dissolvent en petite quantité dans l'eau et en grande quantité dans l'alcool, qui alors est nommé *esprit*. Elles n'ont que peu d'affinité pour les bases, ce qui a fait nommer *savonnules* les composés qui résultent de leur action sur ces corps. Elles dissolvent les résines, le camphre, le caoutchouc, et en toutes proportions, les huiles grasses.

Les huiles volatiles se rencontrent dans toutes les plantes odoriférantes, et c'est en se volatilisant qu'elles répandent les odeurs, qui sont propres à ces corps : on en trouve dans toutes les parties des végétaux. Mais chez les uns, l'huile volatile réside dans une partie de la plante, et chez les autres dans une

autre. Quelquefois il arrive que différentes parties de la même plante contiennent des huiles différentes ; ainsi l'oranger fournit trois huiles distinctes, l'une réside dans les fleurs, l'autre dans les feuilles, et la troisième dans le zeste ou épiderme du fruit. Du reste, elles diffèrent beaucoup entre elles par leurs propriétés physiques et chimiques, et pour la plupart, au moins, ne paraissent pas être de principes immédiats, distincts, mais des mélanges de plusieurs substances.

797. Certaines huiles essentielles ne sont que des *carbures d'hydrogène*; ainsi, d'après les recherches récentes de M. Dumas, on voit que l'essence de térébenthine, privée d'eau, est formée de $C^{10}.H^8$, et ne diffère pas de l'essence de citron pure et d'une substance particulière retirée du camphre artificiel et nommée par M. Dumas *camphogène*. La partie solide de l'huile essentielle de roses est composée de $C^8.H^8$.

D'autres huiles essentielles sont composées de carbone d'hydrogène et d'oxygène; ainsi l'huile essentielle d'anis concrète $= C^{10}.H^6.O.1/2$, et l'huile essentielle de menthe concrète $= C^{10}.H^{10}.O.1/2$.

SUBSTANCES NON GRASSES

CONTENANT UN EXCÈS D'HYDROGÈNE RELATIVEMENT A LEUR OXYGÈNE.

CAMPHRE. ($C^{10}.H^8.O.1/2$.)

798. Le camphre a la plus grande analogie de composition avec les huiles volatiles oxygénées, et peut, ainsi qu'elles, être considéré comme un *oxyde de carbure d'hydrogène*. En effet, le camphre est formé de $C^{10}.H^8.O.1/2$, et représente un oxyde de

camphogène (797) ; il peut aussi jouer le rôle de base et se combiner avec l'acide nitrique.

C'est un corps solide, blanc, fragile, demi-transparent, d'une odeur forte, aromatique et désagréable, d'une saveur amère, âcre et brûlante, et d'une densité de 0,988. Il se sublime si on le chauffe dans des vaisseaux fermés et même à la température ordinaire; si on le met à l'air en contact avec un corps en ignition, il s'oxygène, se décompose et s'enflamme. Le camphre ne se dissout que dans 1152 fois son poids d'eau froide, mais se mêle à ce liquide à l'aide d'un corps mucilagineux; se dissout très bien dans l'alcool, l'acide acétique, l'acide nitrique, assez bien dans les huiles volatiles et fixes, sur-tout à chaud; il se décompose dans l'acide sulfurique en le décomposant. On l'obtient en chauffant dans de grandes cucurbites de fer le bois du *laurus camphora* avec de l'eau : entraîné par la vapeur aqueuse, le camphre se volatilise et se condense dans l'intérieur des chapiteaux. On le raffine ensuite, en le chauffant avec environ 1/8 de chaux ou de craie, dans une bouteille de verre noir : la craie ou la chaux s'empare d'une huile empyreumatique jaune, qui colore le camphre, et le camphre pur s'attache aux parois de la bouteille, sous la forme d'une masse hémisphérique, transparente et cristalline.

Camphre artificiel.

799. On donne le nom de camphre artificiel à une substance qui jouit de la plupart des propriétés physiques du camphre, mais qui en diffère complétement par sa nature, et qui s'obtient en faisant passer un courant de gaz acide hydrochlorique à travers de l'huile essentielle de térébenthine. Il est composé de volumes égaux de camphogène et d'acide hydrochlorique.

ALCOOL. ($C^2.H^4.O.$)

800. L'alcool est un liquide qui se forme par la fermentation spiritueuse du sucre. Il est composé de carbone 52,28, hydrogène 13,02, et oxygène 34,70 (ce qui est égal à $C^2.H^4.O.$) et peut être représenté par deux volumes de vapeur d'eau, combinée à deux volumes d'hydrogène carboné ($4C^2.H^2.+2H^2.O.$). Suivant M. Dumas, on doit le considérer comme un *hydrate d'éther* dans lequel un volume de vapeur d'eau est combiné à un volume d'éther, corps qui est lui-même un hydrate d'hydrogène carboné et peut jouer le rôle d'une base vis à vis de l'eau et de divers acides.

C'est un liquide transparent, incolore, doué d'une odeur forte et agréable, d'une saveur chaude et caustique, incapable de rougir l'infusion de tournesol, et d'autant plus pesant qu'il contient plus d'eau (0,792 s'il est pur, 0,99327 s'il est mêlé à 19 parties d'eau); il est volatil, doué d'un pouvoir réfringent égal à 2,222, congelable à — 79°, et mauvais conducteur du fluide électrique; il s'enflamme quand on lance à sa surface des étincelles électriques et quand on l'approche d'un corps enflammé; il bout à 79° cent., se volatilise, et ne laisse aucun résidu, s'il est bien pur.

L'alcool dissout le phosphore en petite quantité, à l'aide de la chaleur. Le soufre et l'alcool se combinent très bien à l'état de vapeur, et donnent naissance à un liquide dont l'odeur a de l'analogie avec celle de l'acide hydrosulfurique. De plus, le soufre en poudre fine se dissout même à froid, mais alors très lentement, dans l'alcool. Le carbure de soufre versé en grande quantité dans une dissolution alcoolique de potasse, donne des cristaux d'hydroxanthate de potasse, sel formé de potasse et

d'un acide nouveau, nommé *hydroxanthique*, et contenant du carbone, du soufre et de l'hydrogène. L'alcool se décompose par une quantité convenable de chlore, et fournit de l'eau, de l'acide hydrochlorique, du gaz acide carbonique, un produit particulier, dans lequel prédomine le charbon, et une matière huileuse, d'odeur pénétrante, de saveur piquante, sans action sur l'infusion de tournesol et très volatile. L'iode décompose l'alcool. L'eau s'y combine en toutes proportions, et, chose remarquable, il y a élévation de température, et rapprochement des molécules, si l'alcool est concentré. Il dissout tous les acides, excepté les six suivants : phosphorique, carbonique, molybdique, tungstique, colombique et mucique. Il ne peut dissoudre les métaux; le potassium et le sodium décomposent l'eau qu'il renferme, absorbent l'oxygène, et mettent l'hydrogène à nu, de telle sorte qu'ils le rendent plus concentré qu'il ne l'était. L'ammoniaque, le sucre, la cire, certains corps gras, les bases salifiables végétales, et plusieurs sels, la plupart déliquescents, comme les nitrates de chaux et de magnésie, etc., s'y dissolvent. Au contraire, les sels efflorescents sont presque tous in olubles dans ce liquide.

On obtient l'alcool en grand, en distillant, dans un alambic, les diverses liqueurs fermentées qui le contiennent. Le produit d'une première distillation est de l'alcool mêlé d'eau en grande quantité, dont l'odeur et la saveur varient suivant les liqueurs d'où on l'a retiré et qui porte en conséquence différents noms, tels que ceux d'*eau-de-vie*, quand il provient du vin; *taffia*, *rhum*, quand il est fourni par le suc de cannes à sucre; *rack*, par le riz, etc. Pour le purifier et le priver d'eau, en un mot pour le *rectifier*, on le distille de nouveau plusieurs fois,

en y mêlant des substances très avides d'eau, telles que le sous-carbonate de potasse, le chlorure de potassium, etc., et en fractionnant les produits.

ÉTHERS.

Les éthers résultent de l'action de divers acides sur l'alcool; mais comme leur nature est extrêmement différente, il est impossible d'en donner une définition qui soit applicable à tous, et d'en étudier les caractères généraux. On peut les classer de la manière suivante.

1° *Éthers simples, composés d'oxygène de carbone et d'hydrogène, et ne renfermant pas d'acide.*

Éther sulfurique. ($C^2.H^3.O1/2.$)

801. L'éther que l'on connaît sous le nom d'*éther sulfurique*, résulte de l'action des acides sulfurique, phosphorique, arsénique, hydrophtorique et pthoroborique, sur l'alcool. C'est un composé analogue à l'alcool, que l'on peut considérer comme formé d'hydrogène carboné, uni à moitié de son volume de vapeur d'eau ($= C^2.H^2. + H.O1/2.$). D'après M. Dumas, ce composé doit être considéré comme une base salifiable.

C'est un liquide très limpide, incolore, sans action sur le tournesol; d'une odeur forte et suave; d'une saveur chaude et piquante, et d'une pesanteur spécifique de 0,7155 à 20° cent. Il est mauvais conducteur du fluide électrique; très réfringent et volatil. Il bout à 35°,6 sous la pression de 0,76°; se décompose par la chaleur rouge; se vaporise par la raréfaction, sous le récipient de la machine pneumatique; et dans le vide se congèle en partie, si on absorbe sa vapeur au moyen de l'acide sulfurique concentré; perd de son odeur agréable, et se

transforme en acide acétique, s'il est abandonné à lui-même dans un flacon bouché contenant de l'air, et que l'on débouche souvent. Placé en contact avec un corps en ignition, il absorbe l'oxygène de l'atmosphère avec dégagement de calorique et de lumière, et brûle avec une flamme blanche très étendue, fuligineuse, et capable de noircir les corps environnants.

L'éther sulfurique dissout en petites quantités le phosphore et le soufre. Il oxyde le potassium et le sodium, et probablement le baryum, le strontium, et le calcium, et est décomposé par le chlore, et à l'aide de la chaleur par l'acide sulfurique; il est dissous par 10 parties d'eau. Il ne se combine point avec les bases, si ce n'est avec la potasse et l'ammoniaque; si on l'agite quelque temps avec les sels d'or, il opère la réduction du métal; il dissout les huiles fixes et essentielles, le camphre, les résines, etc.; a peu d'action sur les sels, excepté sur l'hydrochlorate d'or; dissout le sublimé corrosif et s'unit parfaitement à l'alcool, avec lequel il donne un liquide incolore, limpide, décomposable par l'eau.

Il s'obtient par la distillation dans une cornue de verre, et au bain de sable, de parties égales (en poids) d'acide sulfurique et d'alcool rectifié. On a soin seulement de n'ajouter que peu à peu l'acide sulfurique, de peur de quelque accident.

2° *Éthers composés, dans la composition desquels il entre un acide.*

802. Ces éthers peuvent être considérés comme des sels à base d'hydrogène carboné; les uns sont anhydres, les autres hydratés; les premiers sont formés par les hydracides, les seconds par la plupart des oxy-acides.

A. *Éthers anhydres, ou ceux qui ne sont formés que par un acide uni à de l'hydrogène carboné.*

Éther hydrochlorique. ($2H^2.C^2.+2H.Ch.$)

803. Ce produit peut être considéré comme un hydrochlorate d'hydrogène carboné. Il est gazeux, à partir de 11° centig., et liquide au-dessous. A l'état gazeux, il est incolore, a une odeur forte et une saveur sucrée; n'altère point la couleur du tournesol, et pèse spécifiquement 2,219. Liquide, il pèse 0,874; est très volatil; se décompose en totalité en passant au travers d'un tube chauffé au rouge-blanc, et donne un gaz composé d'un volume d'acide hydrochlorique et de deux volumes d'hydrogène carboné; il est décomposé par le chlore à toutes les températures, par les acides sulfurique, nitrique et nitreux à l'aide de la chaleur, et par l'eau à 18°. Le *solutum* aqueux a le goût de la menthe. Il se combine au bout de quelques jours avec la potasse, la soude, l'ammoniaque, et donne lieu à des hydrochlorates. Cet éther s'obtient en saturant l'alcool rectifié par le gaz hydrochlorique, et en distillant cette dissolution avec le peroxyde de manganèse.

Éther hydriodique (ou *Hydriodate d'hydrogène carboné.* $=2H^2.C^2.+2H.I.$)

804. On l'extrait par la distillation au bain Marie de 2 volumes d'alcool concentré et d'un volume d'acide hydriodique à 1,17 de densité. Incolore, transparent, liquide, il a une odeur forte et agréable; sa pesanteur spécifique est de 1,9208 à 22° 3 cent.; son action sur l'infusion de tournesol est nulle. Il bout à 68°,9 cent.; ne s'enflamme point à l'approche des corps en ignition; se décompose et donne de l'acide hydriodique, si on le soumet à l'action du calorique dans un tube de porcelaine incandescent.

B. *Éthers qui résultent de la combinaison d'un acide avec de l'éther sulfurique et que l'on peut considérer comme des sels d'hydrogène carboné hydratés.*

On connaît huit de ces composés, savoir : les éthers nitrique, acétique, formique, benzoïque, tartarique, azotique, malique et citrique.

ÉTHER NITREUX OU NITRIQUE. ($4H^2.C^2. + Az^2.O^3. + H^2.O^2.$)

805. Suivant M. Dumas, cet éther doit être considéré comme un hyponitrite d'hydrogène carboné hydraté. Il est liquide, blanc jaunâtre, d'une saveur caustique, d'une odeur extrêmement forte et d'une pesanteur spécifique, moindre que celle de l'eau et plus considérable que celle de l'alcool. Il bout à 21° cent.; se volatilise à toute température; ne rougit point le tournesol; absorbe l'oxygène; se décompose, et donne une flamme blanche, quand on l'approche d'un corps qui brûle; il est décomposé par la potasse dissoute dans l'alcool et décomposé en partie et en partie volatilisé, quand on l'agite avec une assez grande quantité d'eau.

ÉTHER ACÉTIQUE. ($4H^2.C^2. + H^6.C^4.O^3. + H^2.O.$)

806. C'est un liquide incolore, d'odeur agréable; d'une saveur particulière; sans action sur le tournesol, et d'une pesanteur spécifique de 0,866 à 7° cent. Il se volatilise à toute température; bout à 71°; brûle avec une flamme d'un blanc jaunâtre à l'approche d'un corps incandescent; se dissout dans sept fois et demie son poids d'eau à 17°, sans qu'il

y ait décomposition; est décomposé par l'addition d'un peu de potasse; enfin il est transformé en éther avec excès d'acide acétique, et en éther sulfurique, quand il est mêlé et distillé avec parties égales d'acide sulfurique concentré qui s'empare d'une portion de son eau.

807. L'*éther benzoïque* ($4H^2.C^2. + H^{12}.C^{30}.O^3. + H^2.O.$) et l'*éther oxalique* ($4H^2.C^2. + C^4.O^3. + H^2.O.$) ont une composition analogue aux précédents.

PRINCIPES IMMÉDIATS

DANS LESQUELS L'OXYGÈNE ET L'HYDROGÈNE SE TROUVENT DANS LES PROPORTIONS CONVENABLES POUR FORMER DE L'EAU.

808. Chauffés à l'abri du contact de l'air, ces corps se décomposent à une température plus ou moins élevée, et donnent du charbon retenant toujours un peu d'hydrogène, des gaz oxyde de carbone, hydrogène carboné et acide carbonique, de l'eau, de l'acide acétique et de l'huile empyreumatique. Chauffés avec le contact de l'air, ils brûlent, et ne laissent qu'un résidu terreux. Enfin, l'acide nitrique moyennement étendu d'eau, les décompose à l'aide de la chaleur, et finit par les transformer en un produit acide dont la nature varie suivant la substance employée. (Acide oxalique, acide mucique, etc.)

SUCRE.

809. On donne ce nom aujourd'hui à toute substance solide ou liquide, douée d'une saveur douce, soluble dans l'eau ou dans l'alcool, d'une pesanteur de 0,83, capable d'éprouver la fermentation alcoolique, si on la met en contact avec des proportions convena-

bles d'eau et de ferment, et ne donnant point d'acide mucique quand on la traite à chaud par l'acide nitrique.

810. On distingue plusieurs espèces de sucres. La plus recherchée et la meilleure est celle qu'on nomme exclusivement *sucre* dans le commerce, et que l'on tire, soit de l'*arundo saccharifera* ou canne à sucre, qui le produit en abondance, soit de la betterave, de la châtaigne, de l'*acer montanum*, etc. Il cristallise en prismes quadrilatères ou hexaèdres, pèse 1,6065 et est inaltérable à l'air. Uni au tiers de son poids d'eau, il forme un sirop épais qui se conserve long-temps, mais qui, pour peu que l'on augmente la quantité du liquide, s'altère très facilement à l'air. Mélangée avec la potasse, la soude, la chaux, la baryte et la strontiane, la dissolution aqueuse de sucre devient incristallisable et astringente. L'hydrochlorate de deutoxyde de mercure est le seul réactif qui la trouble, en y faisant naître, au bout de quelques jours, un précipité de proto-chlorure de mercure et de sucre altéré. Cependant le sucre peut, à l'aide de la chaleur, décomposer plusieurs espèces de dissolutions métalliques. Il décompose ainsi l'acétate de cuivre. Il est peu soluble dans l'alcool concentré.

Le sucre de canne est composé de carbone 42,47 en poids et d'oxygène et d'hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire de l'eau 57,53. Suivant M. Dumas, on peut le considérer comme un *bi-carbonate d'hydrogène carboné hydraté*, et dans cette hypothèse sa formule serait $4H^2.C.^2 + 4C.O. + H^2.O.$

811. La deuxième espèce de sucre est celle que l'on appelle *sucre de raisin*. Celle-ci se trouve dans le raisin, le miel et une foule de fruits desquels on peut l'extraire avec facilité. On peut aussi en obte-

nir par l'amidon, l'eau et l'acide sulfurique. L'urine des malades atteints du diabète sucré renferme aussi une matière sucrée parfaitement analogue au sucre de raisin. Il est sous la forme de petits grains réunis en espèces de tubercules, ou cristallise en petites aiguilles; il se fond à une douce chaleur; il se dissout dans l'eau froide avec bien moins de rapidité que le précédent; sa dissolution aqueuse moisit promptement. On peut en former un sirop d'un goût assez agréable, mais de beaucoup inférieur à celui que donne le sucre de betteraves.

Sa composition élémentaire diffère un peu de celle du sucre de cannes; on y trouve une proportion plus considérable d'oxygène et d'hydrogène, et dans l'hypothèse proposée pour la première espèce, celles-ci doivent être considérées comme un *carbonate d'hydrogène bi-carboné bi-hydraté* $=4H^2.C^2.+4C.O.+2H^2.O.$

812. La troisième espèce de sucre est celle qu'on tire du champignon. Elle a été découverte par M. Braconnot. Elle cristallise en prismes quadrilatères à base carrée, si on abandonne la dissolution aqueuse à une évaporation spontanée, et en aiguilles soyeuses très fines, si la cristallisation s'est fait vite. Du reste, elle est moins soluble dans l'eau que la première, et n'est encore d'aucun usage.

813. Enfin, plusieurs chimistes regardent comme une quatrième espèce, le sucre liquide, incristallisable qui se trouve dans la canne, la betterave, le miel, etc., espèce que caractériseraient alors : 1° sa liquidité, 2° sa couleur, qui est constamment jaune. M. Chevreul, qui ne partage pas cette opinion, croit que ce sucre liquide est une combinaison d'un sucre cristallisable, dont l'espèce peut varier, avec un principe qui surmonte la force de cohésion du premier. Cette espèce de sucre, qui s'appelle

mélasse, s'emploie très utilement dans la fabrication de l'alcool.

AMIDON OU FÉCULE AMILACÉE.

814. L'amidon existe en grande quantité dans presque toutes les plantes dites *céréales,* les marrons, les pois, les fèves, etc. Mais il est uni diversement à des substances hétérogènes qui en font varier les propriétés. On le rencontre aussi dans le lichen.

Il se montre ordinairement sous la forme d'une poudre blanche, insipide, inodore, ou sous celle de petits cristaux brillants. M. Raspail a montré que l'amidon n'est pas un principe immédiat particulier. En effet, lorsqu'on l'examine au microscope, on voit qu'il est formé de petites vésicules renfermant, dans leur intérieur, une matière gommeuse; par l'action de l'eau bouillante, ces vésicules éclatent et la matière gommeuse se dissout dans l'eau; la dissolution concentrée de cette matière gommeuse se prend en gelée par le refroidissement.

L'amidon est inaltérable à l'air; il se laisse rapidement décomposer par le feu, et ne se dissout point dans l'alcool, l'éther, l'eau froide. Abandonné à lui-même à une température de 20° environ, il se réduit à l'état d'empois; si, sur 1 partie de cet empois, on verse 12 parties d'eau bouillante, il se décompose et devient instantanément sucre. A ce sucre, qui ressemble, non pas à celui de la canne, mais à celui du raisin, sont joints ordinairement une matière gommeuse, analogue à l'amidon torréfié, de l'*amidine* et du ligneux amilacé. Si la décomposition avait lieu au contact de l'air, il se produirait en outre, de l'eau et du charbon.

Traité avec l'iode, l'amidon prend diverses couleurs, selon la plus ou moins grande quantité

d'iode employé, celle de l'amidon restant toujours la même. Ainsi, le mélange sera blanc, si l'iode n'y entre que pour fort peu, violet, si l'on en met davantage, bleu, si la quantité commence à être considérable, noir enfin, si elle est portée au *maximum*.

815. L'*Amidine* dont nous venons de parler, ne paraît être autre chose que les téguments de la fécule amilacée.

Gomme.

816. Cette dénomination générale embrasse tous les produits immédiats des végétaux, incristallisables, insolubles dans l'alcool, formant avec l'eau un mucilage plus ou moins épais, donnant avec l'acide nitrique, à l'aide de la chaleur, de l'acide mucique ou saccho-lactique, et n'étant point susceptibles d'éprouver la fermentation alcoolique. Ils existent dans le tissu cellulaire de diverses parties des plantes, dans l'écorce, de quelques arbres et de quelques fruits. On en distingue de plusieurs espèces; les deux principales sont celles qui découlent des acacias du Levant, de l'Arabie et du Sénégal, et que l'on appelle *gomme arabique* et *gomme adragant*.

PRINCIPES IMMÉDIATS COLORANTS.

817. Ces substances sont sans doute très nombreuses, mais jusqu'ici on n'a pu en isoler et par conséquent en étudier que très peu. Toutes semblent être solides, insipides, inodores, altérables par l'air et la lumière, décomposables par l'eau; presque toutes solubles dans ce liquide, quelques-unes le sont dans l'alcool, les huiles, l'éther. Le chlore les détruit toutes, et les transforme en une

matière jaune d'une nature particulière. Presque tous les oxydes et les sous-sels insolubles enlèvent les matières colorantes à l'eau, et forment avec elle des compositions insolubles, qu'on nomme laques.

Les plus importantes sont :

L'*hématine* qui se trouve dans le bois de campêche.

L'*indigotine* qui forme la base de l'indigo.

La *carmine*, principe colorant de la cochenille.

PRINCIPES IMMÉDIATS AZOTÉS.

818. Formés d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote, ces principes ne diffèrent nullement par leur composition des substances animales. Quelques-uns ressemblent à des *bases salifiables*, et sont nommés *alcalis végétaux*; d'autres ne partagent point cette propriété.

1° *Bases salifiables végétales azotées*, ou *alcalis végétaux*.

MORPHINE.

819. Principe immédiat, de nature alcaline, découvert par M. Sertuerner, et qui existe, combiné à l'acide méconique, dans l'opium et l'extrait de pavot indigène.

Cette substance est blanche et opaque ; elle cristallise en aiguilles prismatiques rectangulaires, ou en prismes à base trapézoïdale; elle est inodore, presque insipide à cause de son insolubilité, mais très amère lorsqu'elle est dissoute, et inaltérable à l'air. Elle est presque insoluble dans l'eau froide, mais elle se dissout un peu dans ce liquide bouillant, et complétement dans l'alcool et sur-tout dans l'éther. Chauffée doucement, la

morphine fond et se prend, par le refroidissement, en une masse rayonnée; à une plus haute température, elle se décompose. Elle jouit des propriétés alcalines, verdit le sirop de violette, se combine avec les acides affaiblis, et forme des sels neutres solubles. Mise en contact avec de l'acide nitrique concentré, elle prend une belle couleur rouge, et, avec les sels de fer, au maximum d'oxydation, une belle couleur bleue.

Pour l'obtenir, on traite une solution aqueuse d'opium, par de la magnésie, qui forme, avec l'acide méconique, un sel insoluble, et précipite aussi la morphine et la narcotine. On lave le précipité, d'abord avec de l'alcool faible, pour séparer la narcotine, et ensuite avec de l'alcool concentré bouillant, pour dissoudre la morphine, qui se dépose par le refroidissement.

La morphine exerce sur l'économie une influence narcotique très prononcée : c'est le principe le plus actif de l'opium.

D'après l'analyse la plus récente (celle de M. Leibig), la morphine est formée de : carbone, 72,20; hydrogène, 6,24; azote, 4,92; et oxygène, 16,66. Son poids atomique est 3600,23, et par conséquent sa composition doit être $Az^2.C^{68}.H^{36}.O^6$.

Acétate de morphine.

820. Ce sel est blanc, inodore, d'une saveur très amère et extrêmement déliquescent. Il cristallise difficilement; on peut cependant l'obtenir en masses cristallines formées d'aiguilles disposées en rayons divergents. Il est très soluble dans l'eau. Chauffé fortement, il se décompose et répand une odeur particulière très désagréable; traité par l'acide sulfurique étendu, il donne des vapeurs d'acide acé-

tique; il posséde, du reste, les autres propriétés de la morphine.

On combine directement l'acide à la base, et on fait évaporer à une douce chaleur pour obtenir l'acétate cristallisé; dans cet état, on le dessèche avec précaution et on le réduit en poudre pour l'employer en médecine.

Sulfate de morphine.

821. Il est blanc, cristallisé en aiguilles réunies en houppes soyeuses, inaltérable à l'air, inodore et d'une saveur très amère. Il est soluble dans deux fois son poids d'eau distillée bouillante. Il se décompose facilement par l'action du feu, et prend une teinte rouge-violette.

Ce sel est formé par un atome de morphine (= 3600), uni à un atome d'acide sulfurique (= 501), et à deux atomes d'eau combinée (= 224,9); lorsqu'il est cristallisé il renferme en outre 4 atomes d'eau de cristallisation (= 449,9): il en résulte que 100 parties de ces cristaux contiennent 75,4 de morphine, et 10,49 d'acide. Il peut se combiner avec une nouvelle quantité d'acide pour former un bisulfate.

CINCHONINE.

822. Cette substance alcaline qui existe dans les quinquinas gris et rouges, combinée à l'acide kinique, a été découverte par M. Gomez, qui lui donna le nom de *cinchonin*. La cinchonine affecte la forme d'aiguilles prismatiques très fines, ou de plaques blanches, transparentes, cristallines, d'une saveur amère qui se développe lentement. Elle est soluble dans l'alcool, sur-tout à chaud; elle est presque insoluble dans l'eau froide, et exige, pour se dissoudre, 2500 fois son poids de ce liquide bouillant; l'éther et les huiles volatiles la

dissolvent difficilement. Exposée à l'air, elle absorbe lentement un peu d'acide carbonique; chauffée, elle se décompose avant de se fondre. Elle est douée de toutes les propriétés alcalines, s'unit à tous les acides, et forme, avec la plupart, des sels parfaitement neutres.

La cinchonine est composée de 8,87 d'azote, 77,81 de carbone, 7,37 d'hydrogène et 5,93 d'oxygène; son poids atomique est de 1942,05 et sa formule $Az^2.C^{40}.H^{22}.O$.

On l'obtient en traitant à chaud le quinquina gris pulvérisé par l'acide hydrochlorique faible; on filtre la liqueur, puis on ajoute de la chaux en excès; on fait bouillir quelques instants, on filtre de nouveau, on lave le dépôt, puis on le traite par l'alcool bouillant, qui dissout la cinchonine seulement, et duquel on la sépare par l'évaporation. Si, comme il arrive presque toujours, elle retient de la matière colorante, on la combine avec un acide et on décolore le sel par le charbon animal, puis on sépare de nouveau la base végétale par la chaux et par l'alcool.

La cinchonine jouit des propriétés toniques et fébrifuges du quinquina gris.

Sulfate de cinchonine.

823. Ce sel est sous forme de cristaux prismatiques à quatre pans, très courts et terminés en biseau, réunis en faisceaux blancs, luisants, flexibles, inodores et d'une saveur très amère. Il est insoluble dans l'éther, soluble dans 54 d'eau froide, et en toutes proportions dans l'alcool. Il fond comme la cire, à environ 100°; à une plus haute température, il devient rouge et se décompose. Par l'addition d'un peu d'acide sulfurique, il passe à l'état de bisulfate acide, qui se dissout dans un peu moins de son poids d'eau froide.

Quinine.

824. Cette base salifiable végétale, alcaline, a été découverte par MM. Pelletier et Caventou, dans les quinquinas jaunes, rouges, gris, etc. Elle est en masses poreuses, blanchâtres, d'une saveur amère et désagréable. On peut cependant l'obtenir cristallisée en aiguilles très fines et formant des houppes soyeuses. Elle est presque insoluble dans l'eau froide, et soluble seulement dans 5000 fois son poids d'eau bouillante; elle se dissout au contraire très facilement dans l'alcool et dans l'éther. Les huiles fixes et volatiles en dissolvent une petite quantité. Exposée à l'air, elle ne change pas d'aspect; mais il paraît, d'après les observations de M. Sementini, qu'elle en absorbe peu à peu l'acide carbonique; chauffée, elle fond, et au-delà de 100°, se décompose. Enfin elle jouit des propriétés alcalines, et se combine avec les acides, pour former des sels neutres solubles.

La composition de la quinine est: azote 8,62, carbone 74,39, hydrogène 7,25, et oxygène 9,74; son poids atomique est 2055,538 et sa formule $Az^2.C^{40}.H^{24}.O^2$.; on voit qu'elle ne diffère de celles de la cinchonine que par l'existence en plus des éléments d'un atôme d'eau ($=Az^2.C^{40}.H^{22}.O.+H^2.O.$)

On peut l'extraire directement des quinquinas jaunes par un procédé semblable à celui dont on se sert pour obtenir la cinchonine; mais on préfère généralement décomposer le sulfate de quinine par la magnésie ou la chaux en excès. On traite le précipité par l'alcool bouillant, qui dissout la quinine mise à nu, et on l'isole ensuite par l'évaporation de l'alcool. On la purifie par de nouvelles dissolutions dans ce liquide.

Sulfate de quinine.

825. Ce sel se présente sous la forme d'aiguilles très fines, blanches, nacrées, flexibles, ayant l'aspect de l'amianthe, réunies en mamelons étoilés, et d'une saveur excessivement amère. Suivant M. Baup, il est composé de quinine, 76,27; acide sulfurique, 8,47; eau, 15,25; et lorsqu'il est effleuri, de quinine, 86,12; acide sulfurique, 9,57; et eau, 4,31. Il est soluble dans environ 740 d'eau froide et dans 30 d'eau bouillante. Il devient beaucoup plus soluble par l'addition d'un peu d'acide sulfurique, qui le fait passer à l'état de bisulfate. Il se dissout facilement dans l'alcool. Exposé à l'air, il s'effleurit rapidement; chauffé, il fond et offre l'apparence de la cire; et à 100°, il devient phosphorescent, sur-tout quand on le frotte; il est alors chargé d'électricité vitrée. A une plus haute température, il se décompose.

On l'obtient directement d'après le procédé de M. Henry fils, qui consiste à traiter le quinquina jaune, à plusieurs reprises et à chaud, par l'eau aiguisée par l'acide sulfurique. On sépare les matières colorantes en traitant la liqueur ainsi obtenue par la chaux vive; puis on soumet le précipité, préalablement lavé à l'eau froide, à l'action de l'alcool à 36°; on évapore ensuite cette teinture, et on traite à chaud le résidu par l'acide sulfurique faible. Par le refroidissement, on obtient des cristaux de sulfate de quinine pur. Un kilogramme de quinquina jaune fournit environ 12 grammes de sulfate.

VÉRATRINE.

826. La vératrine a été découverte par MM. Pelletier et Caventou dans les graines de la cévadille,

et dans la plupart des plantes de la famille des colchicées. Elle est pulvérulente, blanche, inodore, mais produisant de violents éternuments lorsqu'elle pénètre dans les fosses nasales; sa saveur est très âcre et excite la salivation.

Chauffée, elle fond à 50°, et à une haute température elle est décomposée. A peine soluble dans l'eau froide, elle se dissout dans 1000 d'eau bouillante et dans l'alcool; elle est moins soluble dans l'éther. Elle jouit des propriétés alcalines, et forme avec les acides des sels neutres incristallisables, qui prennent l'aspect de la gomme par l'évaporation.

Émétine.

827. Cette substance, découverte par M. Pelletier dans la racine du *Cephælis ipecacuanha*, existe, en proportions variables, dans les diverses espèces d'ipécacuanha. Elle est pulvérulente, blanche ou un peu jaunâtre, inodore, inaltérable à l'air, et d'une saveur amère et désagréable.

Chauffée, elle fond à 50°; à une plus haute température, elle se décompose. Elle est très soluble dans l'alcool, beaucoup moins dans l'eau bouillante et presque pas dans ce liquide froid. Elle ne se dissout ni dans les huiles, ni dans l'éther qui la précipite de ses dissolutions alcooliques. Elle jouit de propriétés alcalines, et se dissout dans les acides, avec lesquels elle forme des sels acides susceptibles de cristalliser; l'acide nitrique la décompose sans la rougir, et l'hydrochlorate de peroxyde de fer ne la bleuit pas.

Pour l'obtenir, on traite par l'éther l'ipécacuanha pulvérisé, pour enlever la matière grasse; on l'épuise ensuite par l'alcool; on évapore les teintures alcooliques, puis on traite le résidu par l'eau froide qui sépare les matières grasses; ensuite on emploie

la magnésie calcinée, qui s'empare de l'acide gallique. On n'a plus alors qu'à laver le précipité magnésien, et à séparer l'émétine, en la faisant dissoudre dans de l'alcool concentré.

STRYCHNINE. ($=Az^2.C^{60}.H^{32}.O^3.$)

828. La strychnine, découverte par MM. Pelletier et Caventou dans la fève de Saint-Ignace et dans la noix vomique, se présente sous la forme d'une poudre blanche, composée de cristaux presque microscopiques, prismatiques, transparents, inodores, d'une saveur excessivement amère et inaltérables à l'air; elle est presque insoluble dans l'eau froide et dans l'éther; elle ne se dissout quc dans 2500 d'eau bouillante, mais elle est très soluble dans l'alcool et les huiles volatiles; chauffée, elle fond lorsqu'elle est pure, puis noircit et se décompose. Elle jouit des propriétés alcalines, se combine avec les acides affaiblis, et forme des sels neutres. Avec l'acide nitrique, elle prend une couleur rouge très foncée lorsqu'elle contient de la brucine, ce qui est très fréquent, car il est difficile de l'en séparer.

Pour l'obtenir, on traite la noix vomique par l'eau bouillante, et on évapore jusqu'à consistance de sirop; puis on ajoute de la chaux, qui se combine avec l'acide igasurique contenue dans cette substance, et laisse la strychnine à nu. On la sépare au moyen de l'alcool, et on la purifie par des cristallisations successives.

829. Le *sulfate de strychnine*, cristallise en petits cubes transparents lorsqu'il est neutre, et en aiguilles quand il est acide. Il est inaltérable à l'air, soluble dans 10 d'eau froide, et d'une saveur très amère. Chauffé, il devient opaque, fond et se prend en masse; une haute température le décompose. Il

est formé de strychnine 90,5, et d'acide sulfurique 9,5. Il agit sur l'économie plus vivement encore que la strychnine, en raison de sa solubilité.

Les autres sels de strychnine sont aussi très solubles et par conséquent très délétères.

Brucine. (=$Az^2.C^{64}.H^{36}.O^6$.)

830. Cet alcali végétal a été découvert dans la fausse angusture, la noix vomique et quelques autres *Strychnos*, par MM. Pelletier et Caventou. Cette substance est solide, d'un blanc nacré, tantôt cristallisée en prismes réguliers, tantôt en feuillets comme l'acide borique, inodore et d'une saveur très amère. Lorsqu'elle est cristallisée, elle renferme plus d'un cinquième de son poids d'eau. Elle se dissout dans 850 d'eau froide et environ 500 de ce liquide bouillant; elle est très soluble dans l'alcool. Elle fond à une température au-dessous de 100°, et se fige comme la cire par le refroidissement; enfin elle verdit le sirop de violette, et forme des sels avec les acides affaiblis. L'acide nitrique concentré lui donne une belle couleur rouge.

On l'obtient par un procédé semblable à celui qu'on emploie pour se procurer la strychnine. Pour la purifier, on la combine à l'acide oxalique, et on traite le sel obtenu par l'alcool et l'éther. On décompose ensuite l'oxalate de brucine par la magnésie.

831. Les sels de brucine sont très solubles dans l'eau, et par conséquent plus actifs que cette base elle-même. Ils n'ont pas encore été employés. M. Magendie pense qu'on pourrait se servir du sulfate et de l'hydrochlorate.

Le *sulfate de brucine* cristallise en longues aiguilles prismatiques; il est très soluble dans l'eau, d'une saveur très amère, et est composé de : acide sulfurique 8,84, et brucine 91,16.

L'*hydrochlorate de brucine* cristallise en prismes à quatre pans ; il est inaltérable à l'air, et se compose de : acide hydrochlorique 5,95, et brucine 94,04.

2° *Principes immédiats azotés, qui ne peuvent être regardés comme bases salifiables.*

Narcotine.

832. Nommée *principe cristallisable de l'opium*, ou *sel de Derosne*, et découverte par M. Derosne en 1802; elle est solide, blanche ou légèrement jaune, inodore, insipide, cristalline, fusible, si on la chauffe graduellement dans un tube de verre, et décomposable pour peu que l'on pousse la chaleur; peu soluble dans l'eau froide, très soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide nitrique à froid ; elle est soluble, mais lentement, dans les huiles d'olives et d'amandes douces ; on l'obtient en traitant le marc d'opium par l'acide acétique bouillant, qui dissout la narcotine, en versant dans la dissolution un acide qui précipite la narcotine, et en la faisant dissoudre à chaud dans l'alcool, qui la purifie. La narcotine agit comme stupéfiant, mais n'est pas très énergique : on en administre jusqu'à 60 grains sans obtenir d'effets notables.

Gluten.

833. Le gluten existe dans presque toutes les céréales, ainsi que dans les glands, les châtaignes, etc. Il est solide, mou, d'un blanc-gris, visqueux, insipide, d'odeur spermatique, élastique et tenace ; desséché, il devient brun, dur et demi-transparent. Exposé à l'air humide, il se gonfle, se putréfie et répand une odeur fétide, dégage du gaz hydrogène et de l'acide carbonique ; il se décompose par la distillation, et donne, entre

autres produits, un charbon très volumineux et très brillant; il est insoluble dans l'eau froide, l'alcool, l'éther et les huiles. Laissé dans l'eau à la température ordinaire, il se pourrit, produit du gaz acide carbonique et du gaz hydrogène, et donne lieu, par ce mélange gazeux, à la panification des farines, qui se changent d'autant plus facilement en pain, qu'elles contiennent plus de gluten. Il est soluble dans les acides minéraux affaiblis et dans l'acide acétique, d'où les alcalis le précipitent sans altération, et dans l'acide sulfurique, qui le noircit; l'acide nitrique aidé de la chaleur, le décompose et donne naissance à des acides acétique, malique, oxalique et à une substance amère. Il se saponifie avec la potasse, et perd dans l'eau bouillante sa ténacité et sa viscosité; ainsi altéré par l'eau et traité par un peu d'alcool, il donne un mucilage qui, délayé dans l'eau, peut remplacer les meilleurs vernis; mêlé avec 25 parties de l'empois épais qui résulte de 4 parties d'eau froide et 1 de fécule de pomme de terre agitées ensemble et plongées dans 20 d'eau bouillante, il donne, si on le laisse de huit à dix heures à la température de 50° à 70° centigrades, un mélange acide et sucré, qui, évaporé après la filtration, devient un sirop sucré, en partie soluble dans l'alcool, et susceptible de donner de l'esprit-de-vin, si on le mêle à du levain acide.

Aujourd'hui on ne considère plus le gluten comme un principe immédiat; il est formé, selon M. Taddei, de deux principes, la *gliadine*, et ce qu'il propose de nommer la *zimome;* car, dit-il, en pétrissant du gluten avec de l'alcool jusqu'à ce que ce liquide ne devienne plus laiteux, en décantant et en abandonnant la liqueur à elle-même, on voit bientôt l'alcool déposer une partie du gluten et retenir l'autre en dissolution: celle-ci est la gliadine, l'autre est la zimome.

On l'obtient en formant avec la farine de froment et l'eau une pâte que l'on malaxe sous un filet d'eau; celle-ci entraîne la fécule et dissout l'albumine et le sucre logés dans les interstices du gluten, qui, au bout de quelques minutes, reste entre les mains. On reconnaît qu'il est pur, lorsqu'il cesse de troubler l'eau dans laquelle il est placé.

Ferment.

834. Le ferment est une matière visqueuse et floconneuse qui se sépare des fruits pendant qu'ils éprouvent la fermentation vineuse; ses qualités varient suivant les plantes qui le fournissent.

Le *ferment ordinaire* ou la *levure de bière* contient des parties solubles et insolubles et ne peut être considérée comme un principe immédiat pur; elle s'obtient sous la forme d'une pâte grisâtre, ferme, fragile et d'odeur aigre. Soumis à la distillation, le ferment fournit un produit ammoniacal; mais si on ne chauffe que jusqu'à dessiccation, il perd de l'eau et devient fragile et imputrescible; il se décompose si on le met en contact avec le gaz hydrogène, et se change presque entièrement en gaz acide carbonique. Placé dans des vaisseaux fermés, il se putréfie au bout de quelques jours. Trituré avec quatre ou cinq fois son poids de sucre et 20 ou 25 parties d'eau, et à la température de 15 à 20°, il développe la fermentation spiritueuse, et donne de l'alcool et de l'acide carbonique.

On l'extrait de la masse écumeuse qui se produit pendant la fermentation de l'orge germé; il est employé, dans certains pays, pour aider à faire lever le pain.

C. CHIMIE ANIMALE.

835. La chimie animale est cette partie de la science qui s'occupe des diverses parties dont sont composés les animaux ; son objet, qui est le même que celui de la chimie végétale, consiste à rechercher les principes médiats, immédiats, etc., des animaux ; à voir comment ces principes s'unissent pour former les diverses substances animales, à étudier successivement chacune d'elles, à reconnaître celles qui entrent dans la composition des parties liquides et solides des animaux ; enfin à étudier ces différentes parties.

On divise ordinairement les produits immédiats des animaux en deux groupes principaux : le premier renferme les principes immédiats non acides ; le second, les principes immédiats acides.

PRINCIPES IMMÉDIATS NON ACIDES.

836. Ces principes sont : la fibrine, l'albumine, la gélatine, le caséum, l'urée, la matière colorante du sang, le picromel, le sucre de lait, le sucre de diabètes, et quelques autres principes peu étudiés. Toutes ces substances contiennent de l'azote, principalement les six premiers.

Lorsqu'on les distille, ils fournissent de l'eau, de l'acide carbonique, du carbonate d'ammoniaque, dont une partie se sublime dans le col de la cornue, de l'acétate et de l'hydrocyanate d'ammoniaque, de l'oxyde de carbone, une huile épaisse, noire, fétide et très dense, de l'hydrogène carboné, de l'azote, et un charbon très volumineux, quelquefois brillant, appelé *charbon animal*. Ce charbon, difficile à incinérer, se distingue du charbon végétal en ce que, chauffé avec la potasse, il peut former

un cyanure alcalin. On l'emploie pour décolorer certains liquides, et pour la peinture, lorsqu'il provient des os ou de l'ivoire.

Les principes immédiats de cette section, mis en contact avec l'eau pendant quelque temps, éprouvent peu à peu la décomposition putride ou la putréfaction.

Chauffés dans un creuset avec le contact de l'air, ils se décomposent rapidement, se boursoufflent, s'enflamment et fournissent des produits analogues à ceux qu'on obtient par la distillation. Le chlore, l'iode et les métaux les décomposent, de même que le sucre et les principes immédiats des végétaux de la même classe. Ils n'éprouvent aucune altération de la part de l'hydrogène, du bore, du carbone, du phosphore, du soufre et de l'azote. Calcinés avec la soude ou la potasse, on obtient un résidu propre à faire du bleu de Prusse. Ils sont décomposés par les dissolutions alcalines, concentrées et bouillantes; il se forme alors de l'ammoniaque qui se dégage, des acides carbonique et acétique, et une matière de nature animale, qui restent unis à l'alcali.

Chauffés à une douce chaleur avec l'acide nitrique, ils donnent lieu aux produits suivants : eau, acide carbonique, acide hydrocyanique, azote, oxyde d'azote, acide nitreux, ammoniaque, acides acétique, malique, oxalique, et une matière jaune amère et détonante, composée d'acide hyponitreux, et de matière animale altérée.

FIBRINE.

837. La fibrine se trouve dans le chyle, dans le sang, et forme en grande partie la chair musculaire. Il suffit pour l'obtenir de battre le sang, à sa sortie de la veine, avec une poignée de verges de bouleau;

elle ne tarde pas à s'attacher au bois, sous forme de filaments rougeâtres, qu'il suffit de laver pour les décolorer et rendre la fibrine pure.

Obtenue de cette manière, la fibrine est solide, blanche, insipide, inodore, flexible, légèrement élastique, plus dense que l'eau, n'ayant aucune action sur le tournesol ni sur le sirop de violette. Exposée à l'air, elle se dessèche, devient demi-transparente, jaunâtre et cassante. Soumise à la distillation, elle donne beaucoup de carbonate d'ammoniaque, et un charbon léger, très volumineux, très brillant, et très difficile à incinérer; la cendre de ce charbon contient beaucoup de phosphate de chaux, un peu de phosphate de magnésie, du carbonate de chaux et du carbonate de soude. Elle est insoluble dans l'eau fraîche, mais si on la met en contact avec ce liquide, et qu'on la renouvelle de temps en temps, elle se corrompt, disparaît, et se change en une matière soluble, qui n'est pas de la graisse, mais qui existait dans le muscle, et qui n'a été mise à nu qu'à mesure que le muscle a éprouvé la putréfaction.

Traitée par l'eau bouillante pendant quelques heures, la fibrine se décompose, perd la propriété de se ramollir et de se dissoudre dans l'acide acétique; la liqueur filtrée, précipite par l'infusion de noix de galle, et donne un produit blanc, sec, dur, d'une saveur agréable. Traitée par l'alcool et l'éther, la fibrine se décompose, et il se forme, après un certain temps, une matière grasse, qui, suivant M. Berzelius, provient d'une altération, mais qui, d'après M. Chevreul, provient du sang, et est entraînée par la fibrine même dans sa précipitation.

Lorsqu'on la tient en digestion dans de l'acide hydrochlorique faible, il se dégage de l'azote, et

il se forme une matière dure, racornie, insoluble dans l'eau, et qui, lavée à plusieurs reprises dans ce liquide, se transforme en une masse gélatineuse, qui paraît être un hydrochlorate neutre, soluble dans l'eau tiède; tandis que la précédente est un hydrochlorate acide, insoluble. L'acide sulfurique concentré dissout la fibrine, et forme un produit appelé *leucine*.

Traitée par l'acide acétique concentré, à l'aide de la chaleur, la fibrine se transforme en une gelée, qui se dissout dans l'eau chaude, avec dégagement d'une petite quantité de gaz azote. Cette dissolution, qui est sans couleur et peu sapide, évaporée jusqu'à siccité, fournit un résidu transparent, insoluble, rougissant le tournesol; elle est précipitée par les acides sulfurique, nitrique et hydrochlorique, en une matière animale qui, en se combinant avec ces acides, forme des produits acides insolubles. Cette matière animale est également précipitée par la potasse, la soude et l'ammoniaque; mais elle est soluble dans un excès d'alcali. La potasse et la soude dissolvent la fibrine, même à froid, sans qu'elle éprouve d'altération sensible, mais à l'aide de la chaleur elle en opère la décomposition.

D'après MM. Gay-Lussac et Thénard, la fibrine est composée de : azote 19,93, carbone 53,36, hydrogène 7,02, et oxigène 19,68.

Albumine.

838. L'albumine existe dans le blanc d'œuf, dans le sérum du sang, le chyle, la synovie, la bile des oiseaux, dans les liquides exhalés par les membranes séreuses dans les diverses hydropisies, dans les muscles, etc. Jusqu'en ces derniers temps on regardait l'albumine comme un principe immédiat; mais, d'après les observations récentes de M. Couerbe, il paraît

que cette substance est formée au moins de deux matières distinctes, l'une soluble et azotée, l'autre insoluble et non azotée (*oonin*). Quoi qu'il en soit, l'albumine se présente tantôt à l'état solide, tantôt à l'état liquide.

L'*albumine solide* a sensiblement les mêmes propriétés physiques que la fibrine, et donne les mêmes produits par la distillation ; seulement la quantité de charbon est moindre. L'ammoniaque et l'acide acétique dissolvent l'albumine, mais moins bien que la fibrine ; la soude et la potasse en opèrent la dissolution à froid ; la liqueur qui en résulte est précipitée par l'acide hydrochlorique, et le précipité se redissout dans un excès d'acide. L'acide nitrique, l'acide hydrochlorique, l'éther, l'alcool et l'eau, se comportent avec elle comme avec la fibrine.

L'*albumine liquide* est transparente, inodore, plus dense que l'eau, plus ou moins visqueuse, capable de mousser par l'agitation; elle verdit le sirop de violette, propriété qu'elle doit à une petite quantité de soude qu'elle contient.

Lorsqu'on soumet l'albumine liquide à l'action de la chaleur, elle répand une odeur particulière, et se prend en une masse solide, dure, opaque et blanche. Fourcroy expliquait cette coagulation, en l'attribuant à une oxygénation de l'albumine ; mais on peut démontrer que l'oxygène ne joue aucun rôle dans ce phénomène, puisqu'il se produit tout aussi bien sans le contact qu'avec le contact de l'air. Suivant M. Thomson, l'albumine ne doit sa liquidité qu'à un peu de soude qui la tient en dissolution ; car, si l'on vient à chauffer, la soude s'unit avec l'eau et abandonne l'albumine, qui se coagule aussitôt : suivant d'autres chimistes, la cohésion est la cause de la coagulation de l'albumine ; vient-on

à chauffer l'albumine liquide, les molécules d'eau s'éloignent des molécules d'albumine, l'affinité des unes pour les autres diminue et l'albumine se précipite.

En exposant l'albumine à une chaleur de 40 à 50°, elle ne se coagule pas, mais se dessèche et forme une masse jaunâtre qui est parfaitement soluble dans l'eau froide. Si l'on place de l'albumine dans le courant d'une pile voltaïque en activité, elle se coagule au pôle positif et donne au pôle opposé un produit liquide qui a beaucoup d'analogie avec le mucus.

L'iode, le chlore coagulent l'albumine. La plupart des acides se combinent avec elle, et forment des composés blancs, acides, peu solubles. Elle n'est point coagulée par les alcalis; au contraire, ces corps en augmentent la fluidité.

La plupart des dissolutions salines appartenant aux quatre dernières classes, sont décomposées et troublées pas l'albumine liquide; les précipités qui en résultent n'ont encore été que peu étudiés; on sait seulement qu'ils sont formés, en général, d'albumine, d'oxyde métallique et d'une certaine quantité d'acide. Les dissolutions de cuivre et de mercure forment avec l'albumine un précipité abondant, qui n'a point d'action sur l'économie animale.

Les acides végétaux, l'alcool, le tannin, coagulent l'albumine; l'alcool s'unit à la soude qui tenait l'albumine en dissolution, et cette dernière se précipite; le tannin s'unit à elle et la précipite.

Gélatine.

839. On donne ce nom à une substance qui se retire de la chair musculaire et des tendons par l'ébullition dans l'eau; mais il paraît probable qu'elle n'existe pas toute formée et qu'elle résulte d'un chan-

gement de composition que ces parties éprouvent par l'action de l'eau bouillante.

Quoi qu'il en soit, la gélatine pure est solide, demi-transparente, incolore, inodore, insipide, plus pesante que l'eau, et sans action sur la teinture de tournesol et sur le sirop de violette. Sa dureté et sa consistance varient beaucoup. Chauffée dans des vaisseaux fermés, elle se décompose et donne de l'eau, du gaz acide carbonique, du carbonate, de l'acétate et de l'hydrocyanate d'ammoniaque, une huile empyreumatique, de l'azote, de l'hydrogène carboné, de l'oxyde de carbone et du charbon. Elle absorbe peu à peu l'humidité de l'air, se dissout peu dans l'eau froide, mais en absorbe, et devient alors molle et élastique; enfin se dissout très bien dans l'eau bouillante.

La dissolution aqueuse de gélatine devient acide lorsqu'on l'abandonne pendant long-temps à elle-même, et finit par se moisir et se décomposer. Elle n'est troublée, ni par les acides, ni par les alcalis étendus d'eau, ni par la plupart des sels. L'alcool la précipite de sa dissolution; il en est de même du sublimé corrosif, qui forme avec elle un produit insoluble, dur et inaltérable à l'air : c'est sur cette propriété et sur la tranformation analogue subie par l'albumine que repose la conservation des pièces anatomiques à l'aide du sublimé. La noix de galle la précipite tout entière; ce précipité est d'un blanc grisâtre, collant, élastique, insipide, insoluble dans l'eau, se dessèche et devient friable par son contact avec l'air et imputrescible : il est analogue au composé qui se forme dans l'intérieur des peaux lorsqu'on les tanne.

840. Il existe plusieurs variétés de gélatine, telles que la colle-forte, l'ichthyocolle ou colle de poisson, etc. Cette dernière constitue la membrane interne de la

vessie natatoire de quelques poissons (181); on en retire aussi, mais d'une qualité inférieure, de la plupart des poissons non écailleux, tels que les squales.

La colle-forte se prépare ordinairement avec les rognures de peaux, de parchemins, avec les sabots et les oreilles de bœufs, de chevaux, de veaux, de moutons, etc. On fait bouillir ces substances dans beaucoup d'eau, après les avoir bien séparées de leur graisse et de leurs poils; on enlève les écumes, dont on favorise quelquefois la formation à l'aide d'un peu d'alun ou de chaux; on passe la liqueur et on la laisse reposer; on la décante, on l'écume de nouveau et on la concentre; après quoi on la verse dans des moules humectés, où elle ne tarde pas à se solidifier et à prendre la forme de petites plaques molles; on les laisse refroidir pendant 24 heures, après quoi on les enlève, on les coupe en tablettes, et on achève de les faire sécher, en les plaçant sur des cordes, dans un endroit chaud et aéré.

Lorsqu'on veut extraire la gélatine des os, on met ceux-ci en contact avec de l'acide hydrochlorique, qu'on renouvelle de temps à autre; cet acide dissout le phosphate de chaux et toutes les matières salines, et alors ils deviennent très souples, flexibles et demi-transparents. On les fait bouillir pendant 4 heures dans de l'eau, et ils se convertissent en colle; l'opération s'achève comme précédemment.

Les usages de la gélatine sont très nombreux; on l'emploie pour coller le bois, pour former la peinture en détrempe; on s'en sert pour préparer le taffetas d'Angleterre; elle forme toutes les gelées animales; et c'est en grande partie à elle que l'on doit attribuer les propriétés nutritives des bouillons de viande.

Osmazôme.

841. Cette matière, qui se trouve dans la chair de divers animaux, dans quelques champignons, et qui donne au bouillon sa saveur et son odeur, n'est pas regardée par tous les chimistes comme étant un principe immédiat particulier.

On l'obtient sous la forme d'un extrait brun, rougeâtre, très sapide, et d'une odeur aromatique. Exposée à l'air, elle en attire l'humidité et finit par s'aigrir et se putréfier. L'eau et l'alcool la dissolvent facilement, et sa dissolution donne un précipité abondant, avec l'infusion de noix de galle, avec l'acétate de plomb, etc.

On prépare l'osmazôme en concentrant du bouillon ordinaire privé de graisse, et en traitant le résidu par l'alcool.

Matière grasse du sang et du cerveau.

842. Cette matière est très remarquable, en ce qu'elle paraît être composée de phosphore aussi bien que des quatre principes élémentaires qui s'unissent pour former la plupart des substances animales. Elle est solide, incolore, molle et poisseuse. Son aspect est satiné et brillant; elle tache le papier à la manière des huiles, et ne réagit sur les couleurs végétales, ni à la manière des acides, ni à la manière des alcalis. Chauffée, elle fond, brunit à une température très peu élevée, puis se décompose; chauffée au contact de l'air, elle brûle avec flamme, et laisse un charbon qui contient de l'acide phosphorique libre. L'alcool et l'éther la dissolvent à chaud, et l'eau froide donne avec elle une sorte d'émulsion blanche, qui se coagule par les acides. Enfin, elle ne paraît pas être saponifiable. On l'obtient en fai-

sant bouillir de la fibrine du sang bien lavée dans de l'alcool.

Principe colorant du sang.

843. Jadis on attribuait la couleur rouge du sang à de l'oxyde de fer contenu dans ce liquide; mais les expériences de Brande et de Vauquelin prouvent que cette couleur est due à une matière animale. Les chimistes se sont beaucoup occupés de son étude, mais jusqu'ici ils ne paraissent pas avoir réussi à l'obtenir à l'état de pureté, ou dans son état naturel. Pour séparer ce principe des autres parties constituantes du sang, Brande se bornait à agiter ce liquide pour en séparer la fibrine et à le laisser ensuite en repos; la matière qui se déposait alors, était pour lui le principe colorant du sang; mais elle est évidemment formée en majeure partie de globules non altérés. M. Berzelius dessèche des tranches de caillot avec du papier joseph, et reprend la matière colorante par l'eau; procédé qui présente les mêmes inconvénients que le précédent. Vauquelin faisait infuser des fragments de caillot dans de l'acide sulfurique affaibli, et précipitait, au moyen de l'ammoniaque, la substance colorante dissoute par cet acide; mais le produit ainsi obtenu était visiblement altéré par l'action du dissolvant Enfin, M. Lecanu a employé récemment un procédé analogue à celui de Berzelius.

Le produit obtenu ainsi par M. Lecanu et par ses prédécesseurs a reçu le nom d'*hématosine*. Mais suivant ce chimiste, ce serait un composé d'albumine et d'une matière animale particulière, à laquelle il attribue la couleur du sang et à laquelle il a donné le nom de *globuline*. Cette matière a beaucoup d'analogie avec l'albumine, mais paraît ne pas être sus-

ceptible de donner, comme celui-ci, un précipité avec le sous-acétate de plomb. C'est sur ce fait que repose le procédé employé pour l'extraction de l'hématosine.

Quoi qu'il en soit, la matière colorante dans l'état d'impureté où elle a été obtenue par la plupart des chimistes, est solide, insipide, sans odeur ni saveur sensibles, insoluble dans l'eau; sa couleur est rouge-vineuse; sèche, elle paraît noire comme du jayet, dont elle offre la cassure et le brillant; chauffée avec le contact de l'air, elle se fond, se boursouffle, brûle avec flamme, et donne un charbon très difficile à incinérer. Soumise à la distillation, elle se décompose à la manière des substances animales et donne beaucoup de charbon; elle est insoluble dans l'eau, soluble dans les acides, et plus soluble encore dans les alcalis; l'acide nitrique la détruit tout à coup.

Urée.

844. L'urée est un principe immédiat bien défini, qui est séparé du sang par l'action des reins, et qui se trouve en plus ou moins grande quantité dans l'urine de l'homme et des autres mammifères. (2e vol. *Deuxième Examen*, 1062 et 1079.)

L'urée pure est sous la forme de longs prismes nacrés, durs, incolores; sa saveur est fraîche et piquante; elle est plus dense que l'eau, et n'agit pas sur la teinture de tournesol.

Chauffée dans une cornue, elle fond, se boursouffle, se décompose et se transforme en une grande quantité de carbonate d'ammoniaque et en un gaz inflammable d'une odeur insupportable; elle ne donne que très peu d'eau, d'acide acétique, d'acide hydrocyanique, d'oxyde de carbone, d'huile, et une substance volatile qui présente presque tous les carac-

tères de l'acide urique. L'urée est très soluble dans l'eau et peu déliquescente ; sa dissolution abandonnée à elle-même se décompose et devient ammoniacale. L'alcool la dissout assez facilement. Si l'on verse dans la dissolution aqueuse d'urée de l'acide nitrique à 24°, il se forme sur-le-champ une multitude de cristaux brillants ; ce précipité est très acide, peu soluble dans l'eau, décomposable par les alcalis, et susceptible de détoner quand on le distille ; phénomène dû à la formation du nitrate d'ammoniaque qui se décompose subitement par la chaleur. L'acide nitreux ne se combine pas avec l'urée, mais il la décompose et donne naissance aux mêmes produits que l'acide nitrique. L'acide sulfurique et l'acide hydrochlorique étendus, chauffés avec la dissolution d'urée, décomposent celle-ci, et la transforment en acide carbonique et en une matière grasse noirâtre. L'infusion de noix de galle et les dissolutions alcalines ne troublent point la dissolution d'urée ; cependant ces dernières la décomposent à l'aide de la chaleur.

L'urée influe extrêmement sur la cristallisation de plusieurs sels avec lesquels elle est mêlée ; ainsi le sel marin, au lieu de cristalliser en cubes, prend dans une dissolution d'urée la forme d'un octaèdre.

845. L'urée est composée de 46,650 d'azote ; 19,975 de carbone, 6,670 d'hydrogène, et 25,65 d'oxygène ; ce qui correspond à ($Az^4.C^4.H^8.O^2$.) Sa composition est par conséquent la même que celle du *cyanite d'ammoniaque* et, d'après la belle découverte d'un chimiste allemand, M. Woeller, on peut former de l'urée, en décomposant du cyanite de plomb par de l'ammoniaque liquide, ou en décomposant le cyanite d'argent par de l'hydrochlorate d'ammoniaque. La formation de l'urée artificielle est d'autant plus remarquable, que c'est le premier

exemple de la production d'un principe immédiat organique, indépendamment de l'influence vitale, par les seules forces chimiques, et au moyen de principes inorganiques. Mais si l'urée est produite ainsi par la combinaison de l'acide cyaneux et de l'ammoniaque, il ne paraît pas cependant que les éléments dont elle se compose soient unis de la même manière que dans ce sel. En effet, le cyanite d'ammmoniaque (qui contient, comme tous les autres sels d'ammoniaque, un atôme d'eau) doit être représenté par la formule $Az^2.C^4.O. + Az^2.H^6. + H^2.O.$ $(=Az^4.C^4.H^8.O^2.)$; tandis que, d'après M. Dumas, l'urée résulte probablement de l'union d'oxyde de carbone, avec un azoture d'hydrogène particulier, contenant un tiers moins d'hydrogène que l'ammoniaque : sa composition serait alors $(C^4.O^2. + 2.Az^2.H^4.)$ $(=Az^4.C^4.H^8.O^2.)$; et il ne différerait de l'*oxamide* (753) que par l'existence de deux fois autant de cet azoture d'hydrogène, combiné avec la même quantité d'oxyde de carbone.

Picromel.

846. Le picromel existe dans la bile de l'homme, dans celle du bœuf et de la plupart des animaux. Il est incolore, et ressemble, par son aspect et par sa consistance, à la térébenthine épaisse ; son odeur est nauséabonde ; sa saveur est âcre, amère et sucrée, et sa densité plus grande que celle de l'eau.

Chauffé, le picromel se boursouffle, se décompose et ne donne point ou du moins que très peu de carbonate d'ammoniaque; il est déliquescent et très soluble dans l'eau et dans l'alcool ; la plupart des sels et les alcalis ne troublent point sa dissolution : traité à une douce chaleur par les acides sulfurique, nitrique et hydrochlorique étendus, il forme une

masse visqueuse sur laquelle l'eau n'a que très peu d'action.

Il est composé, suivant M. Thomson, de 54,53 de carbone; 43,65 d'oxygène, et 1,82 d'hydrogène.

Matière jaune de la bile.

847. Cette matière, qui paraît n'être que du mucus altéré, est solide, pulvérulente lorsqu'elle est sèche, insipide, inodore, plus dense que l'eau; insoluble dans ce liquide, dans l'alcool et dans les huiles, et soluble dans les alcalis, dont elle est précipitée par les acides en flocons verdâtres. L'acide hydrochlorique la fait passer au vert et n'en dissout que très peu. Chauffée, elle donne du carbonate d'ammoniaque, du charbon, etc. Cette matière existe dans la bile de la plupart des animaux. Elle n'a point d'usage.

Matière verte de la bile.

848. Outre la matière jaune, M. Thénard admet dans la bile une matière colorante verte, semblable à la résine, peu soluble dans l'eau, et qui s'obtient en filtrant et en mêlant la bile dont on a extrait la matière jaune, avec un excès d'acétate de plomb fait avec huit parties d'acétate de plomb du commerce et une partie de litharge; l'on recueille sur un filtre le précipité, qui est formé de matière grasse acide, de matière colorante et d'oxyde de plomb; on le lave et on le traite à froid par l'acide nitrique faible: l'oxyde de plomb se disssout, et la matière grasse acide, plus la matière colorante, restent sous forme de glèbes molles et vertes.

Caséum.

849. On donne ce nom à une matière blanche,

inodore, insipide, et plus pesante que l'eau qui se trouve dans le lait. Le caséum est sans action sur la teinture de tournesol et sur le sirop de violetes; par son exposition à l'air, il s'altère et se transforme en une sorte de fromage. A l'état de pureté, il paraît être soluble dans l'eau, et s'en sépare par la chaleur, à la manière de l'albumine; mais dans son état le plus ordinaire, il est insoluble dans ce liquide, et insoluble dans l'alcool. Par l'action de l'eau il s'altère, et donne naissance à plusieurs produits, dont l'un a reçu le nom d'*aposépédine*, et dont un second, décrit comme un principe immédiat, sous le nom d'*acide caséique*, ne paraît être réellement qu'un mélange de divers principes. Les alcalis, et sur-tout l'ammoniaque, dissolvent facilement le caséum à l'aide de la chaleur; il en est de même des acides minéraux affaiblis.

On y a trouvé 59,78 de carbone, 7,43 d'hydrogène, 59,78 d'azote, et 11,41 d'oxygène.

Pour l'obtenir, on lave le caillot qui se forme dans du lait bien écrêmé.

Sucre de lait.

850. Le sucre de lait, ainsi nommé à cause de sa saveur douce, et aussi par ce qu'il ne se trouve que dans le lait, est solide et inodore et cristallise en parallélipipèdes réguliers, terminés par des pyramides à quatre faces, blancs, demi-transparents, durs et d'une densité plus grande que celle de l'eau.

Par l'action de la chaleur, il se boursouffle, se décompose, et donne tous les produits que fournissent les matières végétales soumises à la distillation. Inaltérable à l'air, il est plus soluble à chaud qu'à froid dans l'eau et peu soluble dans l'alcool. Il

n'est précipité de sa dissolution ni par les sels, ni par les alcalis, ni par les acides, ni par la noix de galle, mais l'alcool le trouble et en sépare le sucre de lait sous forme de cristaux. L'acide nitrique agit sur lui de la même manière que sur la gomme, et donne, par conséquent, les acides acétique, mucique, malique et oxalique. Il peut être transformé en sucre analogue à celui du raisin, en le faisant bouillir dans quatre fois son poids d'eau aiguisée de 2 à 5 pour 100 d'acide sulfurique.

Il est composé, d'après MM. Gay-Lussac et Thénard, de 38,825 de carbone, 53,834 d'oxygène, 7,341 d'hydrogène; ou de 38,825 de carbone et de 61,175 d'hydrogène et d'oxygène dans les proportions nécessaires pour faire l'eau.

C'est principalement en Suisse qu'on prépare le sucre de lait. On évapore le petit-lait jusqu'à un certain point, et on le laisse cristalliser; on dissout les cristaux ainsi obtenus dans l'eau, et on les fait cristalliser à plusieurs reprises, pour les séparer d'une petite quantité de matière caséeuse, d'acide et de sels. Par ce moyen, on obtient le sucre de lait très pur.

Le sucre de lait est quelquefois employé pour falsifier la cassonade; mais il est facile de reconnaître la fraude au moyen de l'alcool à 33°, qui dissout le sucre, et n'a point ou fort peu d'action sur le sucre de lait. Il fait la base du petit-lait; il est peu employé en médecine.

Principes immédiats des acides contenus dans les animaux, ou qu'on peut former en traitant les substances animales par quelques corps.

851. Ces acides sont : l'acide urique, l'acide pyrourique, l'acide purpurique, l'acide rosacique, l'acide

amniotique, l'acide lactique, l'acide formique, l'acide caséique, l'acide cyanique, l'acide margarique, l'acide oléique, l'acide stéarique, l'acide phocénique, l'acide butyrique, l'acide caproïque, l'acide caprique, l'acide hircique, l'acide sébacique, l'acide cholestérique, l'acide hydrocyanique, l'acide chlorocyanique et les acides acétique, benzoïque, oxalique, malique. Nous ne parlerons point des acides stéarique, margarique, oléique, phocénique, butyrique, caprique, caproïque, hircique, acétique, benzoïque, oxalique et malique, puisque nous avons exposé leurs propriétés dans la chimie végétale; et parmi les autres nous ne décrirons que ceux qui sont les plus importants à connaître pour la médecine.

ACIDE URIQUE. (Anhydre $= C^{12}.Az^2.O.$ Hydraté $= C^{12}.A^2.O. + H^4.O^2.$)

852. Cet acide est blanc jaunâtre, solide, en poudre lamelleuse, inodore, sans saveur, plus dense que l'eau, et sans action marquée sur le tournesol.

L'acide urique n'est point altéré par l'air; il est très peu soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool; il est décomposé par la plupart des acides. Chauffé, il se décompose, produit de l'hydrocyanate et du carbonate d'ammoniaque cristallisés, de l'acide hydrocyanique, une matière épaisse contenant beaucoup de pyro-urate d'ammoniaque, et qui devient solide à mesure qu'elle se refroidit; il se sublime ensuite des lames blanches, brillantes, formées d'acide pyro-urique et de très peu de pyro-urate d'ammoniaque, et enfin une huile empyreumatique colorée, quelques gaz qui se dégagent, et du charbon. Projeté dans du chlore gazeux hu-

mide, il se produit de l'hydrochlorate et de l'oxalate d'ammoniaque, de l'acide purpurique, de l'acide carbonique, de l'acide hydrochlorique et de l'acide malique.

Il se trouve dans l'urine de l'homme et des oiseaux, dans les calculs urinaires et arthritiques. Il forme la partie blanche des excréments des oiseaux. On l'a rencontré dans les urines blanches et boueuses que rendent les serpents, dans les cantharides; et on l'a aussi trouvé uni à l'ammoniaque dans les matières excrémentitielles de la phalène du ver à soie, et dans la dragée du même.

Pour obtenir l'acide urique, on commence par se procurer des dépôts d'urines humaines non putréfiées, ou des calculs urinaires jaunâtres; on les broie et on les fait bouillir dans une dissolution de potasse ou de soude caustique; on filtre la liqueur et on la décompose par l'acide hydrochlorique; aussitôt l'acide urique se précipite sous forme de flocons blancs, que l'on rassemble sur un filtre. Pour être pur, il n'a besoin que d'être lavé et séché.

853. L'acide urique ne donne des sels solubles qu'avec les bases, qui elles-mêmes sont solubles. Les *urates* sont décomposés par l'acide hydrochlorique et par presque tous les acides qui en précipitent l'acide urique.

Acide pyro-urique.

854. Cet acide est un des produits de l'acide urique. Il est solide, blanc, soluble dans quatre fois son poids d'eau froide, soluble dans l'alcool à 36° bouillant, et se précipite par refroidissement; il rougit le tournesol et cristallise en petites aiguilles.

Lorsqu'on chauffe l'acide pytro-urique, il fond et se sublime en aiguilles blanches. Il est capable de

former des sels solubles avec des bases ; les autres sels qu'il peut former sont plus ou moins solides et peu connus. Il est formé, en poids, de 44,32 d'oxygène, 28,29 de carbone, 16,84 d'azote, 10,00 d'hydrogène.

Acide purpurique.

855. On a donné ce nom à un produit très remarquable qui résulte de l'action de l'acide nitrique sur l'acide urique, et qui forme avec les alcalis des sels d'une belle couleur pourpre.

Acide rosacique.

856. Cet acide est solide, inodore, rouge de cinabre, et d'une saveur faible; il rougit le tournesol, et se trouve dans quelques urines uni à l'acide urique ; c'est lui qui se dépose des urines des individus atteints de la goutte, de fièvres intermittentes et nerveuses.

Projeté sur des charbons incandescents, il se décompose et produit une vapeur piquante. Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool. En se combinant avec les bases, il forme des sels solubles, peu étudiés jusqu'alors.

Acide amniotique.

857. Cet acide, qui se trouve dans les eaux de l'amnios de la vache, est solide, blanc et brillant, inodore, d'une saveur faible ; il cristallise en aiguilles, et rougit légèrement le tournesol. Il est inaltérable à l'air; il est peu soluble dans l'eau et dans l'alcool ; il s'unit avec les alcalis, et forme des sels solubles qui sont décomposés par la plupart des acides. Chauffé, il se boursouffle, se décompose, donne du carbonate d'ammoniaque, un charbon volumineux, etc.

ACIDE LACTIQUE.

858. Cet acide, qui a été découvert d'abord dans le sérum du lait, paraît exister, libre ou combiné, dans tous les fluides animaux et dans les muscles. Il a la consistance du sirop, et est incristallisable; sa saveur est faible; il rougit le tournesol. Soumis à l'action de la chaleur, il fond, se boursouffle, se décompose, et fournit les mêmes produits que les acides végétaux. Il est soluble dans l'alcool et dans l'eau; il s'unit avec la potasse, la soude, l'ammoniaque, la baryte, la chaux, la magnésie, l'alumine, etc., et forme des sels déliquescents. Il dissout le fer et le zinc, et donne lieu ainsi à un dégagement de gaz hydrogène.

DE LA NATURE CHIMIQUE DES PARTIES FLUIDES ET SOLIDES COMPOSANT LE CORPS DES ANIMAUX.

859. Il ne suffit pas au médecin de connaître les propriétés des divers principes immédiats qui entrent dans la composition de nos organes, il faut aussi qu'il étudie la manière dont ces substances sont unies pour former les tissus et les humeurs de l'économie animale. Plusieurs de ces questions seront traitées dans le second volume de ce recueil (voyez *Deuxième Examen, Physiologie*); mais pour d'autres, il est nécessaire d'entrer dans des détails qu'on ne pourrait donner que d'une manière accidentelle en exposant les principes d'une autre science. Nous nous en occuperons donc ici.

1° *Des parties liquides du corps des animaux.*

SANG.

860. La composition chimique de ce liquide nourricier n'a été étudiée, avec quelque soin, que chez les animaux supérieurs, et plus particulièrement chez l'homme. Pour en faire l'analyse on le laisse coa-

guler, et on examine séparément le sérum et le caillot.

861. D'après Berzelius, le sérum du sang humain est formé de :

Eau	905
Albumine	80
Lactate de soude et mat. extr. soluble dans l'alcool.	4
Hydroch. de potasse et de soude	6
Sous carb. de soude, phosphate de soude, mat. anim. soluble dans l'eau	4
Perte	1
	1000,00

M. Lecanu a soumis dernièrement ce liquide à un nouvel examen, et a obtenu par deux analyses les résultats suivants :

Eau	906,00	901,00
Albumine	78,00	81,20
Mat. org. soluble dans l'alcool et dans l'eau	1,69	2,05
Albuminate de soude	2,20	2,55
Mat. grasse cristallisable (842).	1,20	2,10
Matière huileuse	1,00	1,30
Chlorure de sodium et de potassium	6,00	5,32
Sous-carb., phosphates et sulfates alcalins	2,10	2,00
Carb. de chaux et magnésie. Phosphates de chaux, de magnésie et de fer	0,91	0,87
Perte	1,00	1,61
Sérum employé =	1000,00	1000,00

862. Le caillot se compose d'une certaine quantité de sérum, de globules du sang non altérés, de fibrine, d'albumine et de matière colorante. Pour juger avec plus d'exactitude de sa nature chimique, il suffit de comparer à l'analyse précédente du sérum, la composition du sang en entier, telle qu'elle a été trouvée par M. Lecanu.

Voici les résultats obtenus par ce chimiste :

	1re analyse.	2e analyse.
Eau.	780,145	785,590
Fibrine.	2,100	3,565
Albumine.	65,090	69,415
Matière colorante.	133,000	119,626
Mat. grasse cristallisable.	2,430	4,300
Matière huileuse.	1,310	2,27
Mat. extr. soluble dans l'alcool et dans l'eau.	1,790	2,920
Albumine combinée à la soude.	1,265	2,010
Chlorure de sodium et de potassium. Sous-carb., phosphates et sulfates alcalins.	8,370	7,304
Carb. de chaux, de magnésie et de fer. Peroxyde de fer.	2,100	1,414
Perte.	2,400	2,586
	1000,000.	1000,000

On a encore découvert divers principes qui existent en si petites quantités qu'on ne peut les reconnaître. De ce nombre est l'urée : il est à remarquer que, lorsque l'on empêche les reins de séparer les matières qui composent l'urine, le sang renferme une

quantité très notable d'urée. (Tome II, *Deuxième Examen*, 1062 et 1079.)

D'après ces faits, on voit donc que le sang renferme tous les principaux éléments qui entrent dans la composition des diverses parties solides de l'économie, et des principales humeurs; aussi est-ce avec raison qu'on l'a appelé de la *chair coulante*.

863. Les proportions relatives, suivant lesquelles les globules et le sérum entrent dans la composition du sang, varient dans les différents animaux, et il existe un rapport remarquable entre la quantité des globules et la chaleur interne de l'animal.

De tous les animaux, les oiseaux sont ceux dont le sang est le plus riche en globules : ils constituent en général 0,14 ou 0,15 du poids total de ce liquide. Le sang des mammifères en renferme un peu moins, et sous ce rapport, il faut distinguer les carnivores des herbivores; chez les premiers, tels que l'homme, le chat, le chien, les globules entrent dans la composition du sang pour 0,12 ou 0,13 du poids. Chez les herbivores, le cheval, le mouton, le veau et le lapin, les globules ne sont que pour 0,07 à 0,09; mais les expériences sur ce sujet ne sont pas assez nombreuses, pour en présenter les résultats comme une loi physiologique. Enfin, chez les reptiles et les poissons, la quantité relative des globules est bien plus faible encore, et ne dépasse guère que 0,05 ou 0,06 du poids total du sang.

864. Du reste, les proportions des éléments solides et liquides, varient aussi dans chaque espèce, suivant les individus et les circonstances où ils se trouvent.

Il résulte des expériences de M. Lecanu, que la quantité d'eau contenue dans le sang humain varie de 778 à 853 pour 1000 parties de sang, la différence est donc 74, et la moyenne est 815,88; quant aux globules, leurs proportions varient encore plus;

elles vont de 148 à 68 : la moyenne est 108 pour 1000.

La proportion des globules est plus grande, et celle de l'eau plus petite, dans le sang de l'homme que dans celui de la femme, et dans le sang des individus d'un tempérament sanguin, que dans ceux d'un tempérament lymphatique. Voici une table qui indique ces différences.

	Globules.	Eau.
Homme.	132	792
Femme.	99	882
Homme sanguin.	136	786
— lymphatique.	116	800
Femme sanguine.	126	793
— lymphatique.	117	803

L'âge des individus (du moins entre vingt et soixante ans) ne paraît avoir aucune influence sur la quantité relative d'eau et de globules.

L'abstinence prolongée de boissons augmente la quantité de globules, tandis que les saignées réitérées la diminuent. MM. Dumas et Prévost ont fait sur cette dernière cause influente, les expériences suivantes. Un chat ayant été saigné, son sang offrit 115 p. de globules sur 1000 ; une seconde saignée ayant été opérée deux minutes après, le sang a offert 116 p. de globules. Le chat, cinq minutes après, fut saigné une troisième fois, son sang n'avait plus que 98 pour 1000 globules.

Ces effets s'expliquent, quand on sait qu'il faut beaucoup plus de temps pour la reproduction des globules que pour celle du sérum, qui se fait assez promptement.

De la Lymphe.

865. La lymphe est un liquide renfermé dans les vaisseaux lymphatiques et dans le canal thoracique des animaux. Elle est liquide, incolore, transparente, quelquefois jaunâtre, rouge de garance, etc.; elle ne rougit point le tournesol. Selon M. Chevreul, 1000 parties de lymphe de chien renferment 926,4 d'eau, 61,0 d'albumine, 4,2 de fibrine, 6,1 d'hydrochlorate de soude, 1,8 de carbonate de soude, 0,5 de phosphate de chaux, phosphate de magnésie et carbonate de chaux.

Des Sécrétions.

866. Les liquides formés par les sécrétions se divisent en deux classes; les uns sont acides, les autres alcalins : les premiers sont pour la plupart des produits excrémentitiels, les seconds des matières destinées à servir à des usages physiologiques, dans l'intérieur du corps vivant.

A. *Sécrétions alcalines.*

Bile.

867. Cette liqueur est sécrétée par le foie (vol. II, *Deuxième Examen*, 1074). Elle est jaunâtre ou jaune verdâtre, amère et visqueuse; sa densité est plus grande que celle de l'eau.

868. La *bile de bœuf* est verdâtre, quelquefois d'un vert foncé, amère et légèrement sucrée; son odeur quoique faible, est nauséabonde, analogue à celle de certaines matières grasses lorsqu'elles sont chaudes; elle agit sur le tournesol et le sirop de violette, en faisant passer leur couleur au jaune rougeâtre. Sa densité est de 1,026 à 6° centigr. Huit

cents parties de cette bile sont composées, d'après M. Thénard, d'eau, 700; de picromel, en grande quantité; d'un corps gras acide, en quantité moindre que le picromel; d'un peu de cholestérine; de matière colorante, très peu; de matière jaune provenant du mucus altéré, en quantité variable, mais seulement quelques centièmes; de soude, de phosphate de soude, d'hydrochlorates de soude et de potasse; de sulfate de soude, 103; de phosphate de chaux et peut-être de magnésie, 1,2; d'oxyde de fer, des traces. Suivant Berzelius, ce liquide ne contiendrait que de l'eau, une matière particulière analogue au picromel, du mucus de la vésicule du fiel, de l'alcali et les sels communs à toutes les humeurs.

Lorsqu'on distille cette bile, elle se trouble, forme une écume considérable, et produit un liquide incolore, qui précipite en blanc l'acétate de plomb; sa saveur est fade et son odeur analogue à celle de la bile. Le résidu solide que l'on nomme *extrait de fiel* est d'un vert jaunâtre, très amer, déliquescent, soluble dans l'eau et dans l'alcool; il fond par une douce chaleur. Chauffé fortement, il se décompose, et donne les mêmes produits que les substances animales; il donne plus d'huile, peu de carbonate d'ammoniaque et un charbon très volumineux, renfermant de la soude et différents sels.

Exposée dans un flacon à l'air libre, la bile se corrompt peu à peu et finit par se putréfier en exhalant une odeur désagréable. Elle est soluble dans l'eau et l'alcool. La potasse et la soude ne la troublent point; elles en augmentent la transparence et en diminuent la viscosité. Les acides versés dans la bile en précipitent de la matière jaune et très peu de corps gras. La dissolution d'acétate de plomb y fait naître un précipité formé de la matière jaune,

de la matière grasse acide, de phosphate et de sulfate de plomb ; outre ces matières, le sous-acétate précipite la cholestérine, le picromel et les hydrochlorates.

La bile a la propriété de dissoudre la plupart des matières grasses, en vertu du picromel et de la soude qu'elle renferme ; aussi l'emploie-t-on de préférence au savon pour enlever la graisse dont sont imprégnées les étoffes de laine.

869. La *bile humaine* est d'un vert-brun, jaunâtre ou sans couleur ; sa saveur n'est pas très amère ; elle tient souvent en suspension une certaine quantité de matière jaune, qui la rend quelquefois grumeleuse. Elle répand l'odeur de blanc d'œuf quand on la chauffe. Elle est décomposée par tous les acides. L'acétate de plomb du commerce la fait passer au jaune léger.

Elle est formée, d'après M. Thénard, d'eau, d'un peu de matière jaune, d'albumine, d'une sorte de matière grasse, de cholestérine et des mêmes sels que ceux qui entrent dans la bile du bœuf. On n'y trouve point de picromel.

D'après Tiedemann et Gmelin, la composition de la bile serait plus compliquée ; mais les substances qu'ils y ont signalées sont si peu connues et si mal définies, qu'il serait inutile de nous y arrêter.

Dans certaines maladies du foie, la bile contient moins de matière grasse que dans l'état sain.

870. Il se forme quelquefois, dans les voies biliaires, des concrétions solides appelées *calculs biliaires*; ces corps sont blancs, jaune-noirâtres, jaune-rougeâtres, gris cendrés; leur densité varie de 1,213 à 1,976 ; quelques-uns ont la surface lisse et polie, d'autres sont couverts de petits tubercules ou de pointes; quelques autres ont la surface graveleuse, etc.

Ils sont inodores, sans saveur, et n'exercent point d'action sur les couleurs bleues.

M. Thénard, ayant analysé un grand nombre de calculs biliaires, a reconnu que la plupart étaient formés de 88 à 94 pour cent de cholestérine, et de 6 à 12 de principe colorant ou matière jaune de la bile. M. Orfila ayant analysé un calcul biliaire trouvé chez une jeune fille de quatorze ans, ictérique de naissance, l'a trouvé formé d'une grande quantité de matière jaune, d'un peu de matière verte et de très peu de picromel.

Suc pancréatique.

871. Les auteurs ne sont pas d'accord sur la nature de ce liquide. Suivant MM. Leuret et Lassaigne, il est alcalin et très analogue à la salive. Ils ont trouvé le suc pancréatique du cheval composé de 991 parties d'eau et de 9 parties de matières solubles formées par :

1° Une matière animale soluble dans l'alcool;
2° Une matière animale soluble dans l'eau;
3° Des traces d'albumine;
4° Du mucus;
5° De la soude libre;
6° Des chlorures de sodium et de potassium;
7° Du phosphate de chaux.

Suivant Tiedemann et Gmelin, ce suc est au contraire acide et se compose de cinq à huit centièmes de substances solides, qui sont :

De l'osmazôme.
Beaucoup d'albumine.
Une matière animale caséeuse.
Une matière qui rougit par le chlore.
Un peu d'acide libre, probablement de l'acide acétique.

Des acétates, des sulfates, et des phosphates de soude et de potasse.

Du chlorure de potassium.

Du carbonate et du phosphate de chaux.

Salive.

872. La salive est liquide, inodore, insipide, visqueuse et sans odeur; sa densité est plus grande que celle de l'eau. Elle devient écumeuse par l'agitation, verdit le sirop de violette, et laisse déposer du mucus, lorsqu'elle est suffisamment étendue d'eau.

La salive de l'homme est composée, suivant M. Berzelius, de : 992,9 eau; 2,9 matière animale particulière; 1,4 mucus; 1,7 hydrochlorates alcalins; 0,9 lactate de soude et matière animale, et 0,2 soude sur 1000 parties.

Suivant MM. Tiedemann et Gmelin elle ne renfermerait que 1 partie à 2 1/2 pour 100 de matières solides, et celles-ci seraient composées de la manière suivante :

1° Une matière animale particulière. (*Speichelstoff*);

2° Osmazôme;

3° Matière muqueuse qui paraît dissoute à la faveur du carbonate de potasse;

4° Probablement un peu d'albumine;

5° Une matière grasse contenant du phosphore;

6° Des sels solubles; savoir :

Acétate de potasse.
Carbonate de potasse.
Phosphate de potasse.
Sulfate de potasse.
Chlorure de potassium et de sodium.
Sulfo-cyanure de potasse.

7° Des sels insolubles ; savoir :

Phosphate de chaux.
Carbonate de chaux.
Carbonate de magnésie.

C'est dans la salive de l'homme qu'il y a le plus de *sulfo-cyanure* (1) alcalin ; celle du mouton n'en contient que peu, et celle du chien peut-être pas du tout. Le carbonate alcalin est en plus grande abondance dans la salive du mouton ; chez la chèvre on en trouve moins, et chez l'homme moins encore. Chez l'homme, le chlorure est presque entièrement à base de potassium ; mais chez le chien et le mouton, c'est principalement du chlorure de sodium.

SYNOVIE.

873. Cette liqueur s'exhale des bourses séreuses des articulations et des gaînes des tendons. La synovie de bœuf, au sortir des articulations, est fluide, visqueuse, demi-transparente, d'une couleur blanche verdâtre, d'une odeur analogue à celle du frai de grenouille et d'une saveur salée. Suivant Margueron, 100 parties de cette synovie sont formées de 80,46 eau, 4,52 albumine, 11,86 matière fibreuse, 1,75 d'hydrochlorate de soude, 0,70 carbonate de soude, 0,0 phosphate de chaux. Les acides faibles, versés dans la synovie, la rendent plus liquide, et en séparent la matière fibreuse.

---

(1) Le cyanogène, combiné avec le soufre, forme un composé particulier qui peut se combiner avec le potassium à la manière du chlore, et qui, lorsqu'il en est séparé par un acide puissant, se combine avec l'hydrogène de l'eau décomposée pour oxyder le métal et forme ainsi un acide *hydro-sulfo-cyanique* qui est volatil et qui forme, avec le peroxyde de fer un composé de couleur cramoisie.

Larmes.

874. Les larmes sont formées, suivant Fourcroy et Vauquelin, d'une grande quantité d'eau, de quelques centièmes de mucus et d'un peu de soude, de sel marin, de phosphate de chaux et de soude.

Humeurs de l'œil.

875. L'*humeur aqueuse* est composée, suivant Berzelius, de 98,10 eau, 1,15 hydrochlorate et lactate, 0,75 soude, avec une matière animale soluble seulement dans l'eau, et d'un peu d'albumine.

L'*humeur vitrée* contient les mêmes principes que l'humeur aqueuse, mais dans des proportions un peu différentes.

Liqueur spermatique ou séminale.

876. Le sperme est un liquide épais, incolore, qui, étant abandonné à lui-même, devient très fluide au bout de vingt à vingt-cinq minutes, et plus tôt si on le chauffe légèrement. Chauffé fortement, il donne beaucoup d'ammoniaque. Exposé à l'air sec, il s'épaissit, donne des cristaux de phosphate de chaux, et se prend en écailles solides, fragiles, demi-transparentes, analogues à la corne. Exposé à l'air chaud et humide, il devient jaune, acide, exhale une odeur de poisson pourri et se recouvre de beaucoup de moisissure (*byssus septica*). Il n'est soluble dans l'eau qu'après la liquéfaction; la potasse et la soude le dissolvent, ainsi que la plupart des acides.

Au moment de l'émission, la liqueur séminale se compose de deux substances différentes, l'une blanche, épaisse comme du mucilage, qui renferme des animalcules; l'autre, liquide et laiteuse. La première

de ces substances provient des testicules, et la seconde, de la glande prostate.

La liqueur séminale humaine est formée, suivant Vauquelin, de 900 d'eau, de 60 de mucilage animal, de 10 de soude et de 30 de phosphate calcaire.

Mucus animal.

877. Le mucus se forme et se trouve à la surface des membranes muqueuses, dans les poils, les cheveux, la laine, les plumes et les écailles des poissons; il forme presque à lui seul les durillons, les parties épaisses de la plante des pieds, les cornes, etc.; enfin on le trouve dans les fosses nasales, la bouche, l'arrière-bouche, l'œsophage, l'estomac, les intestins, la bile, etc.; les écailles sèches que l'on détache de la surface de la peau en sont entièrement formées.

Le *mucus liquide* est visqueux, transparent, filant, inodore, insipide et incoagulable par la chaleur; en contact avec l'air, il finit par se dessécher.

Le *mucus solide* est demi-transparent, fragile, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, peu soluble dans les acides. Mis en contact avec l'eau chaude, il se gonfle et se ramollit.

B. *Sécrétions acides.*

Urine.

878. L'urine de l'homme adulte est liquide, transparente; sa couleur varie depuis le jaune clair jusqu'à l'orange foncé; sa saveur est âcre et salée; son odeur est toute particulière; elle devient ammoniacale lorsque l'urine se putréfie. Sa densité est plus grande que celle de l'eau; elle rougit le tour-

nesol. Suivant M. Berzelius, 1000 parties d'urine sont composées de

Eau.	933,00.
Urée.	30,10.
Sulfate de potasse.	3,71.
Sulfate de soude.	3,16.
Phosphate de soude.	2,94.
Hydrochlorate de soude.	4,45.
Phosphate d'ammoniaque.	1,65.
Hydrochlorate d'ammoniaque.	1,50.
Acide lactique libre. Lactate d'ammoniaque. Matière animale soluble dans l'alcool et qui accompagne ordinairement les lactates. Matière animale insoluble dans l'alcool. Urée qu'on ne peut séparer de la matière précédente.	17,14.
Phosphate terreux avec des traces de chaux.	1,00.
Acide urique.	1,00.
Mucus de la vessie.	0,32.
Silice.	0,03.

D'après ce chimiste, c'est à l'acide lactique que l'urine doit la propriété de rougir le tournesol. M. Thénard pense que c'est à l'acide acétique; d'autres chimistes attribuent cette propriété à l'acide phosphorique. L'acide lactique, le lactate d'ammoniaque et la silice ne sont encore admis que par M. Berzelius. Suivant Proust, l'urine contiendrait du soufre et de l'acide carbonique, de la résine et une matière noire particulière. La résine s'obtient en versant de l'acide sulfurique ou hydrochlorique sur de l'extrait d'urine; on obtient la matière noire en lavant la résine à grande eau; cette matière se sépare sous forme de poussière. Cette matière est insoluble dans la potasse; elle est précipitée sous forme de caillot noir, par les acides; ce caillot étant séché, ressemble à l'asphalte concassé.

Abandonnée à elle-même, l'urine laisse déposer

très souvent, dans l'espace de quelques heures, une plus ou moins grande quantité d'acide urique. Abandonnée ainsi pendant quelques jours, l'urée se décompose, il se forme de l'ammoniaque qui agit sur les sels de l'urine, reforme un dépôt composé d'urate d'ammoniaque, de phosphate de chaux et de phosphate ammoniaco-magnésien; lorsque l'urine s'est convenablement évaporée, on obtient un grand nombre de cristaux formés par les sels de l'urine et colorés par l'urée; ils sont formés de phosphate de soude et d'ammoniaque, d'hydrochlorate de soude et d'ammoniaque, de sulfate de potasse et de soude.

L'urine est soluble dans l'eau. L'alcool la trouble et en précipite l'acide urique, les phosphates terreux, et d'autres sels. Elle est également troublée par la potasse, la soude et l'ammoniaque, qui, en saturant l'acide, précipitent les sels qu'il tenait dissous, et le mucus. Les eaux de baryte, de strontiane, de chaux, précipitent en outre l'acide phosphorique, des phosphates de soude et d'ammoniaque. La strontiane et la baryte précipitent en outre l'acide des sulfates de potasse et de soude.

L'acide oxalique trouble l'urine après un certain temps, décompose le phosphate de chaux et occasione un précipité formé d'oxalate de chaux. L'acide nitrique versé dans l'urine concentrée y fait naître tout-à-coup des cristaux de nitrate d'urée.

879. *L'urine des diabétiques* est sucrée: elle ne contient pas sensiblement d'urée ni d'acide urique; les réactifs n'y indiquent qu'à peine quelques traces de sulfates et de phosphates; on n'y rencontre que beaucoup d'eau, du sucre et de l'hydrochlorate de soude. En donnant aux diabétiques des aliments animalisés, leur urine change de nature. MM. Dupuytren et Thénard y ont trouvé une matière al-

bumineuse, dont la quantité va en croissant pendant quelques jours, et qui paraît être un signe de la guérison de la maladie; ensuite l'albumine disparaît peu à peu; le rein commence à sécréter de l'urée, de l'acide urique, etc., et l'urine ne tarde point à être semblable à celle d'un individu sain.

880. La composition de l'urine varie dans les différentes classes d'animaux; dans l'homme, ce liquide est caractérisée par l'existence simultanée de l'urée, et de l'acide urique : ce dernier principe ne se trouve pas dans l'urine des autres mammifères; et chez les mammifères herbivores, il est remplacé par de *l'acide hippurique*, substance que l'on a confondue jusqu'en ces derniers temps, avec l'acide benzoïque (774). Chez les oiseaux et les serpents, l'urine est au contraire formée presque entièrement par de l'acide urique; enfin chez les batraciens et les chéloniens, on y trouve de l'urée et beaucoup d'albumine.

881. L'urine donne quelquefois lieu à des dépôts solides, qui se forment dans les diverses parties de l'appareil urinaire, et que l'on désigne sous le nom de *gravelle* et de *calculs urinaires*.

La *gravelle* est essentiellement due à la sécrétion trop abondante de l'acide urique; sécrétion qui est augmentée par le régime azoté.

882. Les *calculs urinaires* ou *vésicaux* sont formés, d'après Fourcroy, Wollaston, Vauquelin et le docteur Marcet, d'acide urique, d'urate d'ammoniaque, d'oxyde cystique, d'oxyde xantique, de calculs fibreux, d'oxalate de chaux, de silice, de phosphate ammoniaco-magnésien, de phosphate de chaux, ou de matière animale.

883. Les *calculs d'acide urique* sont jaunâtres ou d'un jaune rougeâtre; leur poussière est analogue à de la sciure de bois; ils brûlent sans résidu; ils sont insolubles dans l'eau, et solubles dans les dissolu-

tions alcalines, sans dégagement d'ammoniaque, d'où ils sont précipités par les acides, en flocons blancs d'acide urique.

884. Les *calculs d'urate d'ammoniaque* sont d'un gris cendré, brûlent sans résidu, dégagent de l'ammoniaque en se dissolvant dans les alcalis, et se comportent avec eux comme l'acide urique.

885. Les *calculs d'oxalate de chaux* ou *calculs muraux* sont gris ou d'un brun foncé; ils sont disposés en couches ondulées, et présentent à leur surface des tubercules arrondis, analogues à ceux des mûres; quelquefois, mais rarement, ces tubercules sont aigus. Chauffés, ces calculs se décomposent et laissent un résidu blanc de chaux, ou de carbonate de chaux.

886. Les *calculs de silice* ont le même aspect que ceux d'oxalate de chaux, mais sont moins colorés. Calcinés, leur poids ne diminue pas sensiblement; le résidu est insipide, inattaquable par les acides, et vitrifiable par les alcalis.

887. Les *calculs de phosphate ammoniaco-magnésien* sont blancs, cristallins, demi-transparents, vitrifiables à la chaleur rouge et solubles dans l'acide sulfurique. Traités par la potasse ou la soude, ils sont décomposés; il se dégage de l'ammoniaque; il se forme du phosphate de potasse ou de soude, et la magnésie se précipite.

888. Les *calculs de phosphate de chaux* sont blancs, opaques, non cristallisés, insolubles dans les alcalis, et ne laissent pas dégager d'ammoniaque; insolubles dans l'acide sulfurique, ils produisent avec cet acide un *magma* épais et un dégagement considérable de chaleur. Ils sont solubles dans les acides nitrique et hydrochlorique.

889. Les *calculs d'oxyde cystique* sont sous forme

de cristaux jaunâtres, demi-transparents, sans saveur, n'ayant point d'action sur le tournesol; ils sont insolubles dans l'eau, l'alcool, les acides tartrique, citrique et acétique et le bi-carbonate d'ammoniaque. Ils sont formés, suivant M. Lassaigne, de 36,2 de carbone, 34 d'azote, 17 d'oxygène et 12,8 d'hydrogène.

Soumis à la distillation, ils donnent une huile fétide et pesante, du carbonate d'ammoniaque et un charbon noir spongieux; d'où l'on voit qu'ils sont composés, comme l'acide urique et toutes les matières animales; ils paraissent contenir moins d'oxygène que cet acide.

L'oxyde cystique est soluble dans les dissolutions de potasse, de soude, d'ammoniaque, de chaux, de bi-carbonates de potasse et de soude, dans les acides nitrique, sulfurique, phosphorique, oxalique, et particulièrement dans l'acide hydrochlorique. Il est précipité de ses dissolutions acides par le carbonate neutre d'ammoniaque, et de ses dissolutions alcalines, par les acides tartrique, citrique et acétique. Les combinaisons de l'oxyde cystique avec les acides cristallisent en aiguilles divergentes, solubles dans l'eau; celles qu'il forme avec les alcalis cristallisent également. L'acide acétique, versé dans une dissolution chaude et alcaline d'oxyde cystique, forme, à mesure que la liqueur se refroidit, des cristaux hexagones aplatis.

890. M. Marcet, ayant analysé un calcul qui formait avec l'acide nitrique un composé de couleur jaune, a proposé de l'appeler *oxyde xantique*, de ξανθος jaune. Ce calcul était d'une couleur cannelle foncée; sa surface était très polie et sa texture compacte, dure et lamelleuse; sa dissolution aqueuse rougissait le tournesol; la potasse, l'ammoniaque et les alcalis bi-carbonatés le dissolvaient; il était

moins soluble dans les acides et tout-à-fait insoluble dans l'alcool et dans l'éther.

891. M. Marcet ayant également fait l'analyse d'un calcul dont les propriétés étaient analogues à celle de la fibrine, l'a nommé *calcul fibreux*. Sa couleur était brun jaunâtre, semblable à celle de la cire d'abeille; sa surface était inégale, et sa texture plus fibreuse que stratifiée. L'eau, l'acide nitrique, l'acide hydrochlorique, le dissolvaient.

892. La plupart des calculs renferment une matière qui n'a encore été que fort peu étudiée, et qui, selon M. Thénard, paraît être du mucus de la vessie altéré.

893. Tantôt un calcul n'est formé que d'une substance, d'autres fois il est formé de plusieurs; ces diverses substances sont toujours superposées de manière que, pour examiner les différentes couches, il faut scier le calcul; en général, les couches sont d'autant plus solides qu'elles sont plus près du centre.

Les calculs d'acide urique sont les plus communs; on en trouve plus de cinquante pour cent qui sont entièrement formés de cette substance, ou qui du moins ont un noyau d'acide urique. Les calculs formés en entier, ou ayant un noyau d'urate d'ammoniaque, se rencontrent à peu près dans la proportion de vingt-cinq pour cent. Ceux qui sont formés en entier d'oxalate de chaux, ou par un noyau de ce sel, sont plus rares (environ 15 pour 100), et on en trouve encore moins qui soient formés primitivement par des phosphates calcaires ou terreux; mais il en existe beaucoup qui sont encroûtés par ces sels. Les calculs formés par les autres substances signalées plus haut sont très rares.

Lait.

894. Ce liquide est blanchâtre, plus ou moins opaque, d'une saveur douce, et d'une densité plus grande que celle de l'eau.

Abandonné à lui-même à la température ordinaire, il se sépare peu à peu en trois parties : la *crême*, substance blanche, molle, opaque, formée d'une grande quantité de matière butyreuse, d'un peu de caséum et de sérum ou petit-lait, occupe la partie supérieure; la matière caséeuse, qui se trouve immédiatement après la crême, forme le *caillot;* elle est plus blanche que la crême, opaque, sans onctuosité et sans saveur; enfin vient le *petit-lait*, liquide jaune verdâtre, composé d'eau, d'acide, d'un peu de matière caséeuse en dissolution, de sucre de lait, et de tous les sels du lait.

Suivant M. Berzelius, cent parties de crême, d'une densité de 1,0244, contiennent, beurre 4,5, caséum 3,5, et petit-lait 92,0, (lesquels 92,0 contiennent 4,4 de sucre de lait et de sels).

D'après le même chimiste, 1000 parties de lait écrêmé, d'une densité de 1,033, sont formées de 928,75 d'eau; 28,00 de matière caséeuse avec quelques traces de beurre; 35,00 de sucre de lait; 1,70 d'hydrochlorate de potasse; 0,25 de phosphate de potasse; 6,00 d'acide lactique, d'acétate de potasse avec un atome de lactate de fer et 0,5 de phosphate terreux.

Tous les acides coagulent le lait; ils s'emparent de la matière caséeuse, et forment avec elle un composé insoluble : c'est sur cette propriété qu'est fondée la préparation du petit-lait. L'alcool, versé en quantité suffisante, le coagule aussi; il s'empare de l'eau et en précipite la matière caséeuse. Les sels neutres solubles, le sucre, la gomme, agissent de la

même manière, pourvu que l'on opère à l'aide de la chaleur. La potasse, la soude et l'ammoniaque ne coagulent pas le lait; au contraire, ils dissolvent le coagulum formé par les acides.

895. Le *lait de femme* a peu de consistance, et ne se coagule que très difficilement. Il est semblable au lait de vache, seulement il renferme moins de matière caséeuse, plus de sucre de lait et de crême que ce dernier.

Le *lait de chèvre* ne diffère du lait de vache que par sa consistance, qui est plus ferme, et a une odeur particulière.

Le *lait de brebis* ne diffère de celui de vache qu'en ce qu'il contient plus de crême, et que la matière caséeuse qu'il renferme a un aspect graisseux et visqueux. On s'en sert, ainsi que du lait de chèvre, pour faire les fromages de Roquefort.

Le *lait d'ânesse* se rapproche de celui de femme, dont il a la consistance et la saveur; il renferme moins de crême et plus de matière caséeuse que ce dernier.

La *lait de jument* tient le milieu, par sa consistance, entre le lait de femme et celui de vache : il donne une crême qui ne fournit point de beurre : il est coagulé par les acides.

2° *Des parties solides du corps des animaux.*

Os.

896. Les os sont formés par un tissu cartilagineux encroûté de sels calcaires et autres.

Les os de bœuf sont composés, suivant Fourcroy et Vauquelin, d'environ 50 de tissu cellulaire, 37 de phosphate de chaux, 10 de carbonate de chaux, 1,3 de phosphate de magnésie, de quelques

traces d'alumine, de silice, d'oxyde de fer et d'oxyde de manganèse.

Berzelius en a donné l'analyse suivante :

Cartilage soluble dans l'eau (gélatine).	32,17
Vaisseaux sanguins	1,13
Fluorure de calcium.	2,00
Phosphate de chaux.	51,04
Carbonate de chaux.	11,30
Phosphate de magnésie	1,16
Soude, chlorure de sodium et eau. .	1,20

On y trouve aussi de la graisse, et dans le jeune âge la proportion de gélatine est plus considérable.

Chauffés, les os se décomposent en conservant leur forme, deviennent noirs, cassants, et donnent tous les produits fournis par la distillation des substances animales. Calcinés avec le contact de l'air, ils s'enflamment, noircissent et se transforment en une matière blanche très friable, appelée *terre des os*. Cette terre pulvérisée, lavée et moulée, est employée à préparer les coupelles.

Abandonnés à l'air libre, ou enfouis dans la terre, ils finissent par se déliter, s'exfolier et se réduire en poussière. Traités par l'eau bouillante sous la pression atmosphérique ordinaire, il ne se dissout qu'une petite portion de leur matière animale (gélatine et graisse). Mais si l'on opère dans la marmite de Papin, et que la pression soit de deux atmosphères, on dissout la matière animale, et les os se trouvent réduits au même état que par la calcination. Tenus dans l'acide hydrochlorique faible pendant sept à huit huit jours, cet acide dissout les sels qui entrent dans leur composition ; ils se ramollissent, deviennent demi-transparents et flexibles. Si on les plonge ensuite quelques instants dans l'eau bouillante, et qu'après les avoir essuyés on les expose à un

courant d'eau froide et vive, ils peuvent être regardés comme la matière animale pure (gélatine) qui, étant dissoute dans l'eau bouillante, donne de très belle *colle forte*. Les acides, autres que l'acide hydrochlorique, qui dissolvent la partie terreuse des os, agissent de la même manière.

Dents.

897. La composition chimique des dents est sensiblement la même que celle des os; seulement elles contiennent plus de phosphate de chaux et moins de tissu cellulaire; aussi sont-elles plus dures que ces derniers.

Voici, d'après M. Lassaigne, les résultats donnés par l'analyse chimique des dents de l'homme à différents âges, et de quelques-unes de leurs annexes.

DÉSIGNATION DES OBJETS ANALYSÉS.	MATIÈRE animale sur 100 part.	PHOSPHATE de chaux. sur 100 p.	CARBONATE de chaux. sur 100 p.
Dents d'un homme de 81 ans. . . .	33	66	1
Dents d'adulte..	29	61	10
Dents d'un enfant de 6 ans.	28,5	60	11,5
Dents d'un enfant de 2 ans (première dentition)..	23	67	10
Dents d'un enfant de 2 ans (deuxième dentition).	17,5	65	17,5
Dents d'un enfant d'un jour.. . . .	35	51	14
Dents de momie d'Egypte..	29	55,5	15,5
Email des dents de l'homme.. . . .	20	72	8
Cartilage gencival d'un enfant d'un jour.	86,7	11,3	2
Pulpe dentaire d'un enfant d'un jour.	77	23	0
Sac dentaire d'un enfant d'un jour..	57	37	6
Osselets des dents.	40,5	38	21,5

Cartilages.

898. Suivant l'analyse déjà ancienne des cartilages par Hachette, ceux de l'homme seraient formés d'albumine coagulée et de quelques traces de phosphate de chaux. M. Chevreul a trouvé dans les os cartilagineux d'un requin (*squalus maximus*) une matière analogue au mucus, une matière huileuse, un principe odorant, de l'acide acétique, de l'acétate d'ammoniaque et quelques sels à base de chaux et de soude.

Il est probable que les cartilages des autres animaux ont une composition analogue.

Cheveux, Poils, Ongles.

899. *Cheveux noirs*. Il résulte de l'analyse faite par Vauquelin, que les cheveux noirs renferment: 1° beaucoup d'une matière animale semblable au mucus; 2° un peu d'huile blanche concrète; 3° très peu d'une huile d'un noir verdâtre, épaisse comme le bitume; 4° une petite quantité de phosphate et de carbonate de chaux; 5° quelques traces de manganèse et du fer oxydé ou sulfuré; une quantité notable de silice; un peu de soufre.

Les *cheveux rouges* ne diffèrent des précédents qu'en ce qu'ils renferment de l'huile rouge, au lieu d'huile noire verdâtre, et moins de manganèse et de fer.

Les *cheveux blonds* renferment les mêmes principes que ceux qui précèdent, moins l'huile colorée; ils contiennent en outre un peu de phosphate de magnésie. D'après ces analyses, Vauquelin admet que les cheveux noirs doivent leur couleur à l'huile noire, et peut-être aussi au fer sulfuré, les rouges à l'huile rouge, et les blonds à ce qu'ils ne renferment ni huile colorée ni fer sulfuré.

Distillés, les cheveux se décomposent, produisent de l'huile, du carbonate d'ammoniaque, du charbon, etc.; chauffés à l'air libre, ils s'enflamment facilement. Ils sont inaltérables à l'air et ne se putréfient point, ou du moins très difficilement. Ils ne sont solubles dans l'eau qu'autant qu'on peut élever la température au-dessus de 100°. Ils se dissolvent dans une dissolution faible de potasse caustique. Les acides hydrochlorique et sulfurique les colorent en rose et les dissolvent. L'acide nitrique les jaunit et les décompose.

L'alcool bouillant dissout les matières huileuses que les cheveux renferment; l'huile blanche se dépose par refroidissement, sous forme de petites lames brillantes, tandis que les huiles rouge et noire ne s'en séparent que par évaporation; si on laisse les cheveux rouges pendant quelque temps en contact avec l'alcool, on observe qu'ils deviennent bruns ou châtain foncé. Plongés dans le chlore, ils se transforment en une masse qui ressemble, par sa consistance, à de la térébenthine. Mis en contact avec les sels de mercure, de plomb, de bismuth ou leurs oxydes, les cheveux blancs, rouges et châtains, passent au noir ou au violet foncé.

900. Suivant Vauquelin, les *ongles*, les *cornes*, les *poils*, etc., renferment beaucoup de mucus semblable à celui des cheveux, et une petite quantité d'huile à laquelle ils doivent leur souplesse et leur élasticité.

Muscles.

901. Le *tissu musculaire* est formé principalement de fibrine, d'osmazôme, d'albumine, de gélatine et d'eau; on y trouve aussi de l'acide lactique et les sels qui existent dans la plupart des organes ou des humeurs du corps.

Peau.

902. L'*épiderme* paraît être du mucus durci. Le *derme*, suivant M. Thomson, ne serait que de la gélatine modifiée. M. Chaptal le regarde comme formé de gélatine et d'un peu de fibrine.

Les acides étendus le ramollissent, le gonflent, le rendent presque transparent, et le dissolvent un peu; les alcalis agissent de la même manière. Mis en contact avec l'eau bouillante, il se gonfle et se dissout presque entièrement : la dissolution se prend en gelée par refroidissement. L'alcool, l'éther, les huiles, ne le dissolvent point.

Le tannage consiste dans la combinaison du tannin avec la peau : la peau tannée porte le nom de *cuir*.

Tissu nerveux.

903. La matière cérébrale de l'homme est formée de 80,00 d'eau; de 4,53 de matière grasse blanche (842); de 0,70 de matière grasse rouge; de 1,12 d'osmazôme; de 7,00 d'albumine; de 1,50 de phosphore uni aux matières grasses blanche et rouge; de 5,15 de soufre, de phosphate acide de potasse, et de phosphates de chaux et de magnésie, etc.

La *matière grasse rouge* a moins de consistance, et est plus soluble dans l'alcool que la matière blanche; sa couleur est d'un rouge-brun; son odeur est analogue à celle de la matière cérébrale, mais plus forte; elle est douée d'une saveur de graisse rance. Elle donne de l'acide phosphorique par la calcination.

Les nerfs sont composés des mêmes principes que la matière cérébrale, mais renferment plus d'albumine et moins de matière grasse.

IV.

PHARMACOLOGIE.

904. Les matières très variées dont on fait usage dans la pratique médicale, sont rarement employées à l'état où la nature les présente. Elles sont très fréquemment soumises à des opérations purement physiques, qui, sans rien changer à leur nature, facilitent leur administration; d'autres fois elles subissent, avant d'être mises en usage, diverses manipulations d'où résultent des mélanges et des combinaisons qui leur donnent quelquefois des propriétés nouvelles. La connaissance de ces diverses opérations et des résultats qu'elles produisent, est l'objet de la *pharmacologie* (dans l'acception la plus restreinte de ce mot); on peut ainsi définir cette branche des connaissances médicales qui traite des formes diverses sous lesquelles les médicaments sont administrés, et qui enseigne la manière de les associer.

905. On nomme médicament toute substance qui, prise intérieurement ou appliquée à l'extérieur du corps, concourt à la guérison des maladies.

906. Les médicaments sont simples ou composés. Les premiers s'emploient tels que la nature ou l'art les fournit, ou du moins sans avoir subi aucune opération qui en change la nature intime. Les médicaments composés résultent du mélange ou des combinaisons de plusieurs substances simples qui en changent les propriétés chimiques. En raison de cette différence entre les médicaments composés, on les a divisés en deux séries : dans l'une, sont comprises toutes les préparations dont la nature chimique est bien connue; dans l'autre, on a rangé tout ce qui est simple

mélange, et toutes les opérations dans lesquelles les réactions chimiques très compliquées sont encore peu ou même pas connues.

907. Les médicaments sont encore divisés en deux grandes classes :

1° Les *médicaments officinaux* qui, préparés à l'époque de l'année la plus convenable, et d'après des formules et des règles tracées dans les pharmacopées, peuvent se conserver long-temps sans altération, et se trouvent ainsi tout prêts à être employés dans les officines des pharmaciens ; exemples : le *laudanum liquide de Sydenham*, la *thériaque*, les *extraits*, les *sirops*, etc.

2° Les *médicaments magistraux*, ainsi nommés par opposition, sont ceux qui s'altèrent très promptement, et qui sont confectionnés peu avant leur administration d'après une formule faite à l'instant par le médecin ; exemples : les *potions*, les *juleps*, les *tisanes*, les *apozèmes*, etc.

908. On donne le nom de *formule* ou de *prescription* à l'indication écrite des noms et des doses des substances médicamenteuses qui doivent entrer dans la composition d'une préparation magistrale. On y ajoute ordinairement la manière de l'administrer au malade, et le procédé que le pharmacien doit suivre pour préparer le médicament.

La rédaction des formules doit être claire et concise ; on doit les écrire lisiblement en latin, ou, ce qui est généralement adopté aujourd'hui en France, en langue vulgaire. On place au commencement de la première ligne le signe ♃, que l'on regarde comme l'abréviation du nom latin *recipe*, mais qui, en réalité est le signe par lequel on désignait jadis Jupiter ; on remplace souvent ce symbole par la lettre R, *recipe*, ou par Pr., Prenez.

On écrit ensuite le nom des substances, l'un au-dessous de l'autre ; et au bout de chaque ligne en

laissant un petit intervalle, on indique, en toutes lettres ou au moyen de signes consacrés par l'usage, la quantité de chaque médicament. On doit se servir de préférence des noms les plus généralement connus et de ceux qui sont moins susceptibles d'être confondus avec d'autres. A la suite de la formule, on ajoute les lettres F. A. S. (*fiat secundùm artem*), lorsque la préparation ne présente rien de particulier; ou bien on indique en entier le mode de préparation. On termine par l'abréviation T., *transcrivez*, lorsqu'il est nécessaire que le pharmacien transcrive sur l'étiquette l'indication de la manière dont le malade doit user du remède, et la quantité à prendre à la fois, et l'intervalle qu'il faut mettre entre chaque dose. Enfin, l'on date et l'on signe.

Exemple de formule magistrale.

℞ ou R. ou Pr.	Eau distillée de tilleul.	Deux onces ou ℥ij.
—	De fleurs d'oranger.	Une once ou ℥j.
—	Alcoolat de cannelle.	Deux gros ou ʒij.
—	Éther sulfurique. .	Vingt-quatre gouttes, ou gut. xxiv.
—	Sirop d'œillet. . .	Une once ou ℥j.

M. (*Mélez*). F. S. A., une potion.

T. A prendre toutes les heures par cuillerée ordinaire.

Paris, ce. . . . . . . 18. . .

N.

909. Voici la liste des signes employés pour indiquer, dans les formules, les doses des divers médicaments :

℔	= livre	(= 16 onces).
℥	= once	(= 8 gros).
ʒ	= gros	(= 3 scrupules).
℈	= scrupule	(= 24 grains).
g. ou g^{r}	= grains.	

910. Les opérations auxquelles on soumet les substances médicamenteuses simples, soit pour changer la forme sous laquelle la nature nous les présente, ou sous laquelle on les trouve dans le commerce, soit pour changer ou modifier leurs propriétés, ne sont pas précisément du ressort de la pharmacologie : elles appartiennent à la pharmacie proprement dite ; mais comme leur connaissance est nécessaire pour bien comprendre ce que nous avons à dire sur les diverses formes sous lesquelles on emploie les médicaments magistraux ou officinaux, nous croyons devoir les décrire ici succinctement.

Ces opérations se rapportent à cinq procédés généraux, savoir : la *division*, l'*extraction*, la *solution*, le *mélange* et la *combinaison*. Ces procédés se modifient de diverses manières, comme nous allons le faire voir.

911. La Division a pour but de séparer les corps en un nombre de parties plus ou moins grandes. On l'opère à l'aide de différents procédés qui sont : la concassation, la section, la rasion, la mouture, la pulvérisation et l'immersion.

912. La *concassation* ou *quassation* est l'opération par laquelle on réduit un corps dur en fragments plus ou moins volumineux, à l'aide d'un marteau, d'un pilon, etc. Le degré de division du corps solide doit être d'autant plus grand que sa texture est plus compacte. On concasse les substances que l'on veut soumettre à l'action dissolvante d'un liquide, pour que les points de contact étant plus nombreux, la dissolution soit plus facile et plus prompte.

913. La *section* s'opère à l'aide d'un instrument tranchant, tel que la *hache* et la *scie* pour les bois durs, les os, la corne, etc. Le *couteau à racines*, et les *cisailles*, pour les racines, les tiges dures; les *ciseaux*, pour les feuilles, les sommités fleuries; le couteau ordinaire pour les racines fraîches et char-

nues, les fruits, les bulbes, etc. Cette opération ne diffère de la précédente, qu'en ce qu'elle permet de donner aux fragments la forme et le volume qu'on désire.

914. La *rasion* ou *limation* s'emploie pour certains corps durs qui résistent aux opérations précédentes, tels que les métaux, ou que l'on veut diviser en fragments assez menus et plus spongieux que ceux qu'on obtient par la concassation. On se sert de la lime pour diviser le fer, etc., et de la râpe pour la corne, la noix vomique, certains bois, la muscade, etc.

915. La *mouture* est la division qui s'opère à l'aide d'un moulin. C'est par ce procédé qu'on réduit en poudre plus ou moins fine un grand nombre de graines (céréales, graines de lin, poivre, amandes), le noir d'ivoire, le charbon animal, etc.

916. La *pulvérisation* est l'opération à l'aide de laquelle on amène un corps solide à l'état d'une poudre plus ou moins fine, suivant la nature des corps et le degré de ténuité que doit avoir la poudre : on pratique la pulvérisation de six différentes manières.

a. Par *concussion* qui consiste à frapper perpendiculairement et à coups redoublés avec un pilon la substance placée dans un mortier. On l'emploie pour les corps qui offrent beaucoup de résistance, tels que les bois, les racines, les écorces, etc.;

b. La *trituration* qui se fait en comprimant la substance plus ou moins fortement entre le mortier et le pilon, qu'on promène circulairement contre les parois du premier. Ce procédé est nécessaire pour réduire en poudre les substances très fragiles, et qui pourraient se ramollir et s'agglutiner par suite de l'élévation de température produite par une percussion violente ;

c. La *porphyrisation*, qui consiste à broyer, à

l'aide de la molette, sur un marbre préparé, un corps déjà réduit en poudre, pour l'obtenir à un degré de division aussi grand que possible, ou, comme on dit, en *poudre impalpable*. C'est à l'aide de la porphyrisation qu'on pulvérise certains corps très durs, tels que le fer, les yeux d'écrevisses, la corne de cerf calcinée, le sulfure de mercure, etc. Elle s'opère avec ou sans eau, suivant que les substances sont ou non altérées par ce liquide;

d. Le *frottement*, qui se fait en usant, sur un tamis de crin, le corps qu'on veut réduire en poudre. Ce mode ne convient, comme on le conçoit facilement, que pour un petit nombre de substances dont les particules n'ont entre elles qu'une faible cohésion, telles sont la magnésie, l'agaric blanc, la céruse, etc.;

e. L'*intermède*, qui consiste à ajouter, mêler avec la substance à pulvériser, une substance étrangère, sans action sur elle, et destinée à en absorber l'humidité, ou à s'interposer entre ses molécules. Cette addition est indispensable pour réduire en poudre certaines substances molles qu'on ne peut dessécher sans les altérer (vanille, macis, muscade), ou certains corps durs et secs dont les molécules sont tellement adhérentes qu'elles s'aplatissent sous le pilon (or, étain, argent). L'intermède varie suivant la nature des substances; ainsi on emploie le sucre, le sulfate de potasse, l'eau, la vapeur, l'alcool, etc.

f. Le *lavage* enfin, qui, à proprement parler, n'est pas un mode de pulvérisation, mais qui s'emploie pour séparer d'une poudre la partie la plus ténue, ou pour isoler d'une substance naturellement divisée les corps qui pourraient s'y trouver mêlés, ou enfin pour séparer deux poudres mêlées, dont les molécules n'ont pas la même pesanteur spécifique. Pour opérer le lavage, on forme une pâte

qu'on délaie dans une grande quantité d'eau, et on laisse reposer; les parties les plus pesantes se précipitent, les plus ténues restent en suspension; alors on jette le tout sur un tamis très serré: le liquide passe trouble; on laisse la poudre se déposer, on décante et l'on fait égoutter sur un filtre.

L'immersion ou *extinction*, consiste à plonger dans l'eau un corps rougi au feu. Ce mode de division est peu employé en pharmacie. On peut en rapprocher cependant l'emploi de l'eau pour diviser un métal. Ainsi, on réduit en poudre plus ou moins fine ou plutôt en *grenaille*, le zinc, le plomb, l'étain, etc., en les versant fondus dans une certaine quantité d'eau froide.

917. L'Extraction est l'opération par laquelle on sépare d'une substance une ou plusieurs de ses parties constituantes. Son but est d'isoler ou de concentrer les principes actifs, ou de les débarrasser de ceux qui pourraient être nuisibles. Elle peut se faire par calcination, carbonisation, torréfaction, sublimation, clarification, expression, inspissation et distillation.

918. *Calcination*. Ce terme exprime la transformation en chaux, et il ne devrait être rigoureusement appliqué que dans le cas d'un carbonate privé de son acide par la chaleur; mais on l'emploie dans une acception plus générale pour exprimer l'opération qui a pour but de dépouiller, à l'aide du feu, un corps de ses principes volatils ou de quelques-uns de ses principes fixes en les décomposant. Ainsi on calcine l'alun pour le priver de son eau de cristallisation, et la corne de cerf pour détruire les matières organiques et laisser à nu les matières calcaires.

919. *Carbonisation* ou *ustion*. Elle ne diffère de la calcination que parce qu'elle est poussée moins

loin. Elle a pour but la décomposition d'une substance organique et la réduction en une masse charbonneuse par la destruction des parties altérables au feu. Elle s'opère ordinairement en vases clos (carbonisation de l'éponge, des os, etc.). L'*incinération* se fait à l'air libre, et donne pour résultat les parties salines et terreuses de la substance brûlée.

920. *Torréfaction*. Ce n'est qu'un commencement de carbonisation qui se fait à l'aide de l'action immédiate et ménagée du feu, soit pour chasser l'humidité de certains corps, soit pour changer leurs propriétés et déterminer une combinaison plus intime entre leurs principes, etc. (torréfaction du café, du cacao, de la rhubarbe, etc.)

921. *Sublimation*. Cette opération est l'inverse de la calcination; en effet, le but de la sublimation est d'obtenir les produits volatils et solides des substances sèches et solides. Elle se fait en soumettant à l'action du calorique, dans des vaisseaux clos, les substances sur lesquelles on opère; les principes volatils viennent alors se condenser, sous forme solide, à la partie supérieure de l'appareil. On l'emploie pour obtenir la fleur de soufre, l'acide benzoïque, les chlorures de mercure, etc.

922. *Clarification*. C'est l'opération par laquelle on sépare d'un liquide les parties insolubles qui en troublent la transparence. On la pratique de trois manières :

a. Par *dépuration*, qui consiste à laisser le liquide dans un repos parfait jusqu'à ce que les corps qui y étaient en suspension se soient précipités au fond du vase, et en décantant ensuite. Ce mode de clarification ne peut être mis en usage que lorsqu'on opère sur une certaine masse; que la substance n'est pas de nature à s'altérer pendant le temps nécessaire à la précipitation, et enfin que sa pesanteur spécifi-

que est moindre que celle des particules qui troublent sa transparence.

b. Par *filtration*, qui a pour but de séparer d'un liquide les parties hétérogènes qui sont trop légères pour se précipiter. Pour y parvenir, on fait passer le liquide à travers un corps qu'on nomme *filtre* et dont les interstices sont assez petits pour s'opposer au passage des parties solides tenues en suspension. On se sert, à cet effet, de filtres de papier, de toile, de laine, de coton, de sable, de verre pilé, de charbon, etc., suivant la nature du liquide sur lequel on agit.

923. *Expression.* Cette opération est celle à l'aide de laquelle on extrait d'un corps le suc qu'il contient, en le soumettant à l'action d'une pression plus ou moins grande. Tantôt il suffit de piler les substances dont on veut extraire le suc et de les soumettre ensuite à l'action de la presse, d'autres fois il est nécessaire d'y ajouter une certaine quantité d'eau.

924. *Inspissation.* Elle consiste à concentrer sous un plus petit volume les principes retirés d'une substance médicamenteuse, en faisant évaporer une portion plus ou moins grande du liquide qui les tient en dissolution. Cette opération se pratique à l'aide de la chaleur appliquée directement (étuve), ou par le moyen de divers corps intermédiaires, tels que l'eau (bain-marie), le sable (bain de sable), etc.; ou bien, lorsque la substance est altérable par la chaleur, à l'aide de la machine pneumatique.

925. La *pulpation* est une opération qui a pour but de réduire en pâte les substances végétales, soit pour séparer la partie pulpeuse des parties fibreuses qui la renferme, soit pour isoler la fécule. On broie, sur un tamis, à l'aide d'une spatule élargie par un bout (pulpoir), la substance dont on veut extraire la

pulpe, et on force cette dernière à passer à travers les mailles du tamis. Certaines substances très succulentes se pulpent crues et sans intermède; d'autres ont besoin d'être ramollies dans l'eau et même d'être cuites, pour pouvoir être réduites en pulpe. La pulpation est, comme on voit, une sorte d'inspissation.

926. *Distillation*. Cette opération ne diffère de la sublimation, qu'en ce qu'on ne l'emploie que pour séparer les uns des autres des liquides de volatilité différente, ou des substances liquides volatiles, d'autres qui ne le sont pas. Elle est fondée sur la différence de température qu'exigent les liquides pour se réduire en vapeurs, et sur la propriété qu'ont les vapeurs de repasser à l'état liquide par un abaissement de température. La forme des appareils distillatoires est extrêmement variable; cependant ils sont toujours composés de deux parties principales; l'une dans laquelle on chauffe le liquide pour le réduire en vapeurs, l'autre dont, au contraire, on abaisse la température pour condenser les vapeurs et les faire repasser à l'état liquide. La distillation est très employée en pharmacie pour purifier l'eau et pour préparer les eaux distillées, les alcoolats, certaines huiles essentielles, etc.

927. La Solution est le changement d'état qu'éprouve un corps solide, par suite de la division et de la désagrégation de ses molécules intégrantes par l'interposition d'un liquide qui les écarte sans les décomposer cependant, et sans en changer la nature intime (action de l'eau sur le sucre). Dans la *dissolution*, que l'on confond presque toujours avec la solution, il y a changement dans la nature des corps dissous : le liquide agit alors sur les molécules intégrantes du corps (action de l'acide nitrique sur l'argent). Les liquides ordinairement employés en

pharmacie pour opérer la solution sont l'eau, le vin, l'alcool, le vinaigre, l'éther, les huiles, etc. Il faut, pour qu'elle puisse s'opérer, que le liquide dissolvant soit approprié à la nature du corps à dissoudre; que sa quantité soit suffisante, et que le corps soit placé dans des conditions favorables, sous le rapport de la durée, du contact, de la température, de la division, etc.

La solution s'opère de cinq manières :

1° Par *macération*, c'est-à-dire, en laissant agir pendant un certain temps, un jour ou deux, et quelquefois plus, à la température de l'air, le liquide sur le corps à dissoudre;

2° Par *digestion*, opération qui ne diffère de la précédente qu'en ce que le contact est plus long-temps prolongé, et qu'ordinairement on élève la température entre 35° et 40°.

3° Par *infusion*, qui consiste à verser sur la substance, un liquide préalablement échauffé à un degré plus ou moins élevé, et à prolonger le contact pendant un temps variable suivant la nature de la substance et les principes qu'on veut obtenir. Le liquide ainsi chargé des principes solubles, se nomme *infusion*, *infusum* ou *infusé*.

4° Par *décoction*, c'est-à-dire, en faisant bouillir plus ou moins long-temps la substance avec le liquide. La liqueur obtenue se nomme *décoction*, *decoctum* ou *décocté*.

5° Par *lixivation*, qui s'opère en versant sur une substance disposée par couches plus ou moins épaisses, un liquide froid ou chaud, qui filtre à travers, et entraîne tout ce qu'il rencontre de soluble. Cette opération s'emploie sur-tout lorsque les parties solubles du corps sont en très petites proportions par rapport à sa masse, et qu'il faudrait, pour l'épuiser

par décoction, des vases immenses, et une énorme quantité de liquides.

928. Le Mélange ou Mixtion est une opération par laquelle on unit plusieurs substances qui ne se combinent pas chimiquement, pour obtenir ainsi un médicament composé.

929. La Combinaison comprend les diverses opérations par lesquelles on fait réagir les substances les unes sur les autres de manière à obtenir des composés nouveaux. Cette partie est tout entière du ressort de la chimie; nous ne devons pas nous en occuper ici.

930. Les formes sous lesquelles on emploie les médicaments officinaux ou magistraux varient suivant la nature des substances et suivant l'usage auquel on veut les appliquer. Ces formes sont solides, molles, liquides ou gazeuzes.

La plupart des préparations pharmaceutiques que nous allons examiner successivement, ont une destination spéciale; les unes s'emploient toujours à l'extérieur (pommades, liniments, lotions), les autres à l'intérieur (potions, juleps). Il y en a cependant plusieurs qui servent à la fois à des usages internes et externes (certaines poudres, quelques décoctions).

A. *Préparations solides.*

931. Espèces. On donne ce nom à des mélanges, par parties égales en poids, de plusieurs plantes ou parties de plantes jouissant de propriétés à peu près analogues, séchées, coupées menues et mêlées soigneusement. Dans la préparation des espèces, qui s'opère par la section ou la mouture, on doit avoir soin de n'associer que des substances de texture et de consistance semblables, et qui cèdent leurs principes actifs au même moyen d'extraction. On n'emploie sons formes d'espèces que des substances sèches

susceptibles de céder leurs principes actifs par la décoction, l'infusion ou la macération dans un liquide le plus souvent aqueux. Ce sont toujours des préparations officinales.

On distingue les espèces :

a. Amères composées de : feuilles sèches de germandrée, sommités de petite centaurée et d'absinthe;

b. Émollientes résultant du mélange de : feuilles sèches de mauve, de guimauve, de bouillon blanc, de seneçon et de pariétaire; ou bien de farine de graine de lin, d'orge et de seigle;

c. Béchiques, qui se composent de : fleurs sèches de mauve, d'immortelle, de tussilage et de coquelicot; ou bien de : feuilles de capillaire de Canada, de lierre terrestre, d'hysope et de véronique; ou enfin de : dattes sèches, de jujubes, de figues, de raisins de caisse;

d. Sudorifiques pour décoction. Elles se composent de bois de gaïac râpé, racines de salsepareille et racines de squine, coupées par tranches;

e. Sudorifiques pour infusion. C'est un mélange de bois de sassafras râpé, de fleurs de sureau, de feuilles de bourrache et de pétales de coquelicot;

f. Astringentes, qui sont composées de racines de bistorte et de tormentille, et d'écorce de grenadier, coupées menues;

g. Diurétiques ; mélange de racine sèche de fenouil, de petit-houx, d'arrête-bœuf, d'asperges, de persil;

h. Anthelmintiques, qui se composent de fleurs ou feuilles de tanaisie, d'absinthe et de camomille.

932. Poudres. On nomme ainsi toute substance solide, divisée en particules très fines à l'aide de la pulvérisation. On administre sous cette forme les médicaments insolubles, et qui, pendant leur trajet

dans le canal alimentaire, n'éprouvent que difficilement les altérations qu'ils doivent subir pour produire leurs effets thérapeutiques; ceux dont les principes actifs ne sont pas solubles dans le même véhicule, et ceux enfin qui, s'ils n'étaient pas dans un état de division extrême, pourraient irriter trop vivement les surfaces avec lesquelles ils sont mis en contact.

Le degré de finesse des poudres influe sur leur mode d'action et doit varier suivant l'effet qu'on veut obtenir. En général, la réduction à l'état de poudre impalpable facilite l'action des substances dont les principes actifs ne sont pas solubles, et nuit au contraire à l'activité de celles dont les principes actifs sont volatils ou se combinent facilement à l'oxygène.

Les poudres sont simples ou composées, magistrales ou officinales. Les poudres *simples* sont celles qui ne sont formées que d'une seule substance; les poudres *composées* sont le résultat du mélange de plusieurs poudres simples. Dans la préparation des poudres composées, il faut éviter de faire entrer des matières qui attirent l'humidité de l'air, ou susceptibles de se rancir.

Exemple d'une poudre simple.

R. Quinquina gris pulvérisé, ℥j.
Divisez en trois paquets.

T. Dont on prendra un toutes les heures pendant l'apyrexie.

Exemple d'une poudre composée (Poudre tempérante de Sthal).

R. Sulfate de potasse. } de chaque, neuf parties.
Nitrate de potasse. }
Cinabre. . . . . deux parties.
M. f. s. a.

933. Pastilles et Tablettes. Ce sont des mélanges médicamenteux composés de poudres ou de substances aromatiques, de sucre cuit à une consistance convenable, et d'une certaine quantité de mucilage. Ces préparations sont presque toujours officinales.

Exemple de pastilles (Pastilles de cachou).

R. Extrait de cachou. . . . . 100 parties.
Sucre. 400
Mucilage de gomme adragant. quant. suf.
M. f. s. a. Des pastilles de 12 grains.

934. Trochisques. En France on donne ce nom à un mélange de médicaments escarrotiques réunis au moyen de la gomme ou de la mie de pain, et destinés aux usages externes. Dans les pharmacopées étrangères, ce mot est presque l'équivalent de celui de tablettes. Ce sont toujours des préparations officinales.

Exemple de trochisques (Trochisques de minium).

R. Oxyde rouge de plomb. . . . . 16 parties.
Deuto-chlorure de mercure. . . 32
Mie de pain pulvérisée. 128
Eau de roses. . . . . q. s.
M. f. s. a. Des trochisques ayant la forme et le volume d'un grain d'avoine.

B. *Préparations molles.*

935. Extraits. Ce sont des préparations dans la composition desquelles entrent tous les principes solubles de la substance animale ou végétale dont ils sont tirés et auxquels on donne, par l'inspissation, une consistance variable, ordinairement assez molle et quelquefois tout-à-fait sèche. On les prépare par infusion, digestion et macération de substances sèches dans un véhicule quelconque, ou par l'évaporation de sucs exprimés et clarifiés de plantes fraîches.

Les liquides qu'on emploie pour la préparation des extraits, sont l'eau, l'alcool, l'éther et quelquefois le vin; d'où ces médicaments prennent le nom d'extraits aqueux, alcooliques, etc. (Exemples : extrait de quinquina, extrait aqueux d'opium, extrait alcoolique de noix vomique, etc.)

Les *Roobs* ne sont que des extraits préparés avec le suc exprimé et non fermenté de certains fruits (Exemples : roob de sureau, roob de baies de nerprun).

936. Gelées. On désigne, sous ce nom, des préparations mucilagineuses molles, à la température ordinaire, et qui se liquéfient par l'action du calorique. Elles sont solubles dans l'eau bouillante, et peu solubles dans l'eau froide. On les prépare avec des matières végétales ou animales, et sont ou magistrales ou officinales (Exemples : gelée de lichen, de mousse de Corse, gelée de viandes).

937. Pates. Ces préparations, qui ont pour base la gomme et le sucre dissous dans l'eau chargée des principes d'une ou plusieurs substances médicamenteuses, ne diffèrent guère des tablettes que par leur consistance molle, qui est telle qu'elles se rompent difficilement, et cependant qu'elles ne collent pas

aux doigts (Exemples : pâte de guimauve, de lichen d'Islande, etc.).

938. Électuaires. Ce mot, pris dans sa signification la plus générale, s'applique à des mélanges mous, demi-solides et même solides, composés de substances réduites en poudre, amalgamées avec des pulpes des sucs épurés, des extraits, ou humectés avec des sirops, du miel, des mucilages, etc.

Les électuaires sont simples ou composés :

Les premiers ne sont formés que d'une seule substance végétale et de sucre; ils portent ordinairement le nom de *conserves*. (Exemples : conserve de roses, de cynorrhodons.) Les seconds sont formés des mélanges de diverses substances, et se nomment *électuaires proprement dits* lorsque l'opium n'en constitue pas essentiellement la partie active.

Exemple d'électuaire composé (Électuaire de quinquina).

R. Quinquina pulv. . . . . 72 parties
Sel ammoniac. 4
Miel. . . . . . } Ana. 64
Sirop d'absinthe. }
M. f. s. a. Un électuaire.

Ils prennent le nom d'*opiats* lorsque l'opium en constitue la partie la plus active.

Quelques-uns de ces électuaires ont reçu des noms particuliers : tels sont la thériaque, le diascordium, le catholicon double, etc.

939. Pilules. Ce sont des préparations d'une consistance assez grande pour conserver la forme globulaire qu'on leur donne ordinairement, mais obéissant pourtant à la pression du doigt. Elles sont généralement composées de poudres dont les particules sont incorporées et liées entre elles à l'aide d'un ex-

trait, d'un sirop, d'un mucilage, d'une conserve, etc. Le poids des pilules est ordinairement de un à six grains.

Les *bols* ne diffèrent des pilules que parce que leur volume est plus grand et leur consistance plus molle.

La forme pilulaire convient pour l'administration des substances dont la saveur et l'odeur sont très désagréables, qui agissent à très petites doses, qui sont destinées à agir lentement, et enfin dont la pesanteur spécifique est trop grande pour qu'on puisse les suspendre dans un véhicule aqueux. On ne doit jamais donner sous cette forme les médicaments qui n'agissent qu'à haute dose, ceux qui attirent fortement l'humidité de l'air, ceux dont la consistance est telle qu'on serait obligé d'employer une grande quantité de poudre inerte pour en former une masse, et enfin ceux qui sont si peu solubles que, donnés à l'état solide, ils traverseraient le canal digestif sans être altérés.

Ces préparations sont magistrales ou officinales.

Exemple de pilules (Pilules scillitiques).

R. Scille pulvérisée. . . . . 48 parties.
Gomme ammoniaque. 16
Oxymel scillitique. . . . . q. s.
M. f. s. a. Des pilules de deux grains.

Exemple de bols (Bols antipériodiques).

R. Quinquina pulv. . . . . ℥j.
Sous-carbonate de potasse. . . . . ʒj.
Tartre stibié. . . . . gr. xvj.
Sirop. . . . . q. s.
M. f. s. a. Soixante bols.

940. Pulpes. Ce sont des préparations qui contien-

nent la pulpe ou partie parenchymateuse de certaines substances végétales, séparée de la partie fibreuse et résistante (exemples : pulpe de casse, de tamarins, etc.).

941. CATAPLASMES. On nomme ainsi des mélanges pultacés destinés à être appliqués à la surface du corps, et composés, en général, de farines, de poudres ou de pulpes cuites ou délayées dans un liquide quelconque, ordinairement de l'eau ou du lait. On y ajoute quelquefois, mais rarement, certains corps gras, tels que le beurre, le saindoux, le suif, etc.

On les appelle *sinapismes*, lorsque de la farine de moutarde en fait la base.

942. POMMADES. On donne ce nom à de l'axonge, ou à toute autre graisse animale, unie à un ou plusieurs principes médicamenteux qui y sont : ou dissous, *pommades par solution*, ou simplement mélangés, *pommades par mélange*. Ces préparations officinales et rarement magistrales, sont presque exclusivement destinées à l'usage externe (exemples de pommades par mélanges : pommade soufrée, pommade d'Autenrieth, etc. Exemples de pommades par solution : pommade rosat, pommade au garou, etc.).

943. ONGUENTS. Ils ne diffèrent des pommades qu'en ce que des résines, des gommes-résines ou des baumes entrent dans leur composition ; ce qui n'a jamais lieu pour ces dernières. Leur consistance est aussi un peu plus grande, cependant la chaleur de la main suffit pour les liquéfier. La plupart des onguents dont le nombre était très considérable autrefois, sont aujourd'hui abandonnés. Ils portaient jadis le nom de *baumes*, et plusieurs même retiennent encore cette dénomination. Les onguents sont toujours des préparations magistrales (exemples :

onguent basilicum, onguent de styrax composé, baume d'Arcéus, etc.).

944. Cérats ou Oléo-cérats. Ce sont des préparations de consistance demi-liquide, composées d'huile et de cire, auxquelles on ajoute souvent certaines substances actives. On emploie le plus ordinairement les huiles d'olives et d'amandes douces pour la confection des cérats, parce qu'elles ne sont pas siccatives et qu'elles rancissent assez difficilement (exemples : cérat de Galien, cérat de Goulard, cérat opiacé, etc.).

945. Emplatres. Ces préparations, par leur composition, se rapprochent beaucoup des onguents; ils en diffèrent cependant par leur consistance presque solide; la température du corps peut les ramollir, mais non les faire couler. Sous le rapport de leur composition, on divise les emplâtres en deux classes : ceux qui ont une composition entièrement semblable à celle des onguents, dont ils ne diffèrent que par la plus forte proportion des matières solides : *onguents-emplâtres* ou onguents solides, et ceux dont la base est un savon de plomb, *emplâtres proprement dits*. Beaucoup de pharmacologistes n'appliquent qu'à ces derniers la dénomination d'emplâtres. (Exemples d'onguents-emplâtres : emplâtre de cire, emplâtre de mucilage, emplâtre de ciguë. Exemples d'emplâtres proprement dits : emplâtre simple, emplâtre diapalme, emplâtre agglutinatif).

Les *sparadraps* sont des bandes de toile ou de taffetas, recouvertes d'une couche mince d'une préparation emplastique, et destinées à adhérer assez fortement à la peau (exemples : sparadraps de diachylon gommé, sparadrap de diapalme, etc.).

Les *bougies* sont des préparations formées de bandelettes de toile fine enduites sur leurs deux faces

d'une substance emplastique, roulées sur elles-mêmes dans le sens de leur longueur, et ensuite polies convenablement, destinées à être introduites dans le canal de l'urètre.

946. SUPPOSITOIRES. On nomme ainsi des mélanges de médicaments, de consistance presque solide, auxquels on donne une forme conique et la longueur du doigt, et destinés à être introduits dans le rectum et à y séjourner pendant un certain temps. Leur composition varie, et ce sont presque toujours des préparations magistrales.

C. *Préparations liquides.*

947. TISANES. Ce sont des préparations magistrales, peu chargées de parties actives, et destinées à former la boisson habituelle du malade. On les obtient de différentes manières, suivant la nature des substances qui entrent dans leur composition, et des parties qu'on veut en extraire. Ainsi, on prépare les tisanes :

1° Par simple solution, quand les substances qui doivent les composer ont été préalablement isolées et séparées des corps étrangers. (Exemples : hydromel, oxycrat, limonade simple, tisane gommeuse, etc.)

2° Par macération, lorsque la substance est formée de principes facilement solubles dans l'eau, et que l'action de la chaleur pourrait les altérer.

3° Par infusion, lorsque le principe actif est très soluble et peu susceptible d'être altéré par la chaleur. On traite ainsi les feuilles, les fleurs, les semences des ombellifères, etc.

4° Par décoction, quand on a affaire à des matières très denses, ou qui ne se dissolvent que par l'action prolongée de la chaleur. L'ébullition est soute-

nue pendant un temps variable, suivant la nature des substances.

Le véhicule le plus ordinaire des tisanes est l'eau pure.

Comme le malade est obligé de revenir souvent à l'emploi des tisanes, on doit les rendre aussi légères et aussi agréables que possible; aussi faut-il les clarifier et les édulcorer avant que de les administrer.

948. Apozêmes. Ils ne diffèrent des tisanes qu'en ce qu'ils contiennent plus de principes médicamenteux, et qu'ils ne servent jamais de boisson ordinaire aux malades qui les prennent en certaines quantités et à des intervalles fixés par le médecin. La préparation des apozêmes est la même que celle des tisanes. (Exemple : apozêmes purgatifs).

949. Bouillons médicinaux. On donne ce nom à des boissons servant ordinairement de tisanes, qui ont pour base des substances animales et qu'on prépare par décoction (exemple : bouillons de veau, de tortue, etc.). On appèle cependant quelquefois bouillons, de simples décoctions végétales auxquelles on ajoute un peu de sel et de beurre, tel est le bouillon aux herbes.

950. Sucs médicinaux. On appelle ainsi les liquides contenus dans le parenchyme de certaines plantes médicinales et obtenus à l'aide de l'expression. Ce sont des préparations magistrales ou officinales employées comme tisanes, ou comme apozêmes, ou bien entrant dans la composition d'autres médicaments. Les sucs médicinaux doivent être clarifiés avant leur administration. On les divise en plusieurs groupes, savoir : les sucs aqueux, les sucs laiteux, les sucs huileux, et les sucs résineux. Ces deux dernières espèces ne se préparent jamais dans les pharmacies : les sucs huileux font la base des émulsions, et des huiles fixes; nous en parlerons plus bas.

Enfin les sucs aqueux se subdivisent en quatre classes : les *sucs aqueux proprement dits*, les *sucs mucilagineux*, les *sucs antiscorbutiques*, et les *sucs acides*.

951. Eaux distillées. Ces préparations sont le produit de la distillation de l'eau sur une ou plusieurs plantes ou parties de plantes qui contiennent des principes volatils et particulièrement une huile essentielle. Les eaux distillées sont simples ou composées, et sont toujours des préparations officinales. Elles sont employées à aromatiser certains médicaments, ou comme véhicule des potions, etc.

952. Alcoolats. Ils ne diffèrent des eaux distillées que parce que l'eau est remplacée par de l'alcool dans l'appareil distillatoire. Ces préparations étaient désignées autrefois sous une foule de dénominations, telles que *gouttes*, *esprits*, *baumes*, etc.

Les alcoolats sont simples ou composés; ce sont toujours des médicaments officinaux.

953. Teintures. On donne ce nom à des dissolutions alcooliques ou éthérées, de substances médicamenteuses, préparées par macération ou par digestion. Aussi distingue-t-on des *teintures alcooliques* et des *teintures éthérées*, et ces préparations, toujours officinales, sont *simples* ou *composées*.

Par un abus de mots, on a quelquefois nommé *teintures*, des préparations qui ne contiennent ni alcool, ni éther, et qui ne sont que de simples solutions aqueuses de quelques substances ordinairement minérales.

L'alcool agit différemment sur les corps, suivant son état de concentration : lorsqu'il ne renferme que peu d'eau, il ne se charge point des principes qui sont solubles dans l'alcool, mais insolubles dans l'eau; et dans le cas contraire il ne dissout que peu de matières, qui sont insolubles dans l'eau et solubles dans

l'alcool. Aussi, les *teintures alcooliques* se préparent-elles avec de l'alcool dont le degré de concentration varie suivant la nature des substances que l'on veut y dissoudre. Le codex prescrit d'employer l'alcool à 22° pour faire les teintures de quinquina, de gaïac, de jalap, de valériane, d'aunée, de gentiane, de scille, de cachou, de camphre, d'extrait d'opium, de cannelle et d'ipécacuanha. On doit se servir d'alcool à 32° pour la préparation des teintures de cascarille, de contrayerva, de digitale, de girofle, de safran, de musc, d'ambre, de noix vomique et de castoréum. Enfin, c'est de l'alcool à 36° qui est prescrit pour la préparation des teintures de gommes-résines, de succin, de baume, de térébenthine et de résine.

Le codex prescrit le rapport de 1 à 4 pour la proportion des matières médicamenteuses et de l'alcool employés dans la préparation de toutes les teintures simples, excepté celles de succin où il entre 16 p. d'alcool pour 1 de succin; celle de cantharides pour laquelle on prend 8 p. d'alcool; celle d'extrait d'opium formé par une partie d'extrait et 12 de menstrue; et l'alcool camphré qui n'est qu'une dissolution de 1 p. de camphre dans 50 p. d'alcool.

Tantôt les teintures contiennent à l'état de dissolution la totalité des matières employées à leur préparation; c'est le cas pour les teintures de succin, les diverses résines et baumes; mais en général elles ne renferment que certains principes extraits de ces mêmes matières par le pouvoir dissolvant de l'alcool. Ainsi la teinture de cantharides contient la cantharidine ou principe vésicant des cantharides, l'huile grasse jaune, l'huile verte et quelques autres substances contenues dans les cantharides, mais n'est pas chargée des principes que forme le parenchyme

de l'enveloppe solide de ces insectes. La teinture de jalap est chargée de la résine et de la matière extractive de la jalap et n'attaque pas l'amidon, l'albumine végétale et le ligneux contenu dans cette substance médicamenteuse.

Les teintures alcooliques composées, sont celles dans la préparation desquelles on fait agir l'alcool en même temps ou successivement sur plusieurs substances médicamenteuses. On leur donne en général le nom de *baumes*, lorsqu'elles sont chargées de résines et de substances aromatiques, et celles d'*élixirs* lorsqu'elles contiennent plusieurs substances dont les propriétés immédiates sont très différentes.

Les *teintures éthérées* sont en petit nombre et se préparent toujours à froid à cause de la grande volatilité du menstrue. Les matières que l'éther dissout en agissant sur les substances végétales, sont principalement les huiles fixes et volatiles, les résines, la chlorophylle, la cire, les acides, etc. Dans la plupart des teintures éthérées simples, le codex de Paris prescrit les mêmes proportions que pour les teintures alcooliques.

954. Vins médicinaux. Le vin agit à peu près comme le ferait un mélange d'alcool et d'eau, et peut dissoudre ainsi les principes actifs d'un grand nombre de médicaments. Ces solutions prennent le nom de *vins médicinaux*, et pour les préparer, on choisit toujours les vins généreux blancs ou rouges, dont l'espèce varie, du reste, suivant la nature des substances sur lesquelles on veut les faire agir. Ainsi, les vins de liqueurs sont préférés pour les substances riches en principes faciles à altérer, comme la scille, l'opium et le safran, et on choisira du vin rouge pour dissoudre les matières astringentes et toniques, parce que les propriétés du menstrue lui-même,

se trouvent alors en rapport avec celles des principes dissous. Ici, de même que dans la préparation des teintures, on emploie toujours les substances desséchées, à moins toutefois que la dessiccation n'altère leurs propriétés, comme il arrive pour les plantes crucifères, et dans ce dernier cas, on ajoute une certaine quantité d'alcool, pour contrebalancer l'effet de l'eau contenue dans la plante verte. C'est toujours par macération et à vase clos qu'on doit préparer les vins médicinaux. Enfin, pour remédier aux inconvénients qui peuvent résulter de la décomposition spontanée du vin et des différences qu'il présente sous le rapport des proportions d'alcool qu'il contient, Parmentier a proposé de préparer les vins médicinaux, en y mélangeant une quantité déterminée de teinture alcoolique de la substance médicamenteuse. Ce procédé est bon lorsque les principes qu'on veut dissoudre sont également solubles dans l'alcool étendu et dans le vin ; mais quelquefois on doit préférer l'action directe de ce dernier liquide, (pour le vin antiscorbutique , par exemple).

Les vins médicinaux sont *simples* ou *composés*.

955. Les BIÈRES MÉDICAMENTEUSES sont des préparations analogues aux précédentes, mais dans lesquelles on remplace le vin par de la bière. Ce menstrue est très altérable; aussi ne doit-on préparer ces bières qu'au fur et à mesure du besoin. On n'emploie guère en médecine que deux bières médicinales, celle de quinquina et la bière antiscorbutique ou *sapinette*.

956. Les VINAIGRES MÉDICINAUX se préparent de la même manière que les vins médicinaux. On emploie, de préférence, à cet usage le vinaigre de vin blanc, et on opère par macération.

Les *vinaigres simples* employés en médecine sont ceux de roses rouges, de sureau, de scille, et de fram-

boises. On ne prépare qu'un seul *vinaigre composé*, c'est le vinaigre anti-septique ou des quatre-voleurs.

957. Les Huiles médicinales se préparent en faisant dissoudre les principes actifs d'une ou de plusieurs substances médicamenteuses dans une huile fixe ou volatile. L'huile d'olive est la plus généralement employée. Lorsque les substances qu'on y ajoute sont odorantes, on se borne généralement à les y faire macérer; mais la décoction et la digestion sont nécessaires quand elles sont à l'état frais.

958. Les Sirops sont des préparations officinales, de consistance visqueuse, formées d'une solution concentrée de sucre dans de l'eau ou dans un liquide médicamenteux, tels qu'une infusion (927), une décoction, un suc exprimé (950), une eau distillée (951), etc.

Les sirops se préparent de deux manières : par dissolution simple du sucre dans le liquide, ou par coction et clarification. La fabrication des sirops par solution est extrêmement simple : on fait dissoudre le sucre simplement concassé dans le liquide, et on emploie en général un peu moins de deux parties du premier pour une du second (2 livres de sucre pour 17 onces de liquide); quand on se sert de liqueurs acides ou d'eaux distillées, on peut diminuer la proportion du sucre. Par le deuxième procédé, on fait d'abord fondre le sucre, puis on clarifie la liqueur en y ajoutant du blanc d'œuf que l'on coagule à l'aide de la chaleur; on filtre et on évapore jusqu'à ce que le produit ait acquis le degré de consistance convenable.

959. Mellites. On donne ce nom à des sirops dans lesquels le miel remplace le sucre. Ce corps s'altère par l'action prolongée de la chaleur; aussi faut-il tenir les mellites sur le feu le moins possible.

960. Les Oxymels ou *oxymellites* sont des espèces

de sirops acides formés par la dissolution d'une certaine quantité de miel dans du vinaigre peu concentré, simple ou déjà chargé de principes médicamenteux (956).

961. Les OLÉO-SACCHARUM sont des mélanges de sucre et d'huile volatile. On les obtient ordinairement en triturant ces deux substances ensemble dans la proportion d'une goutte d'essence pour un gros de sucre; cette opération rend l'huile volatile miscible à l'eau.

962. Les POTIONS sont des préparations magistrales, liquides, destinées à l'usage intérieur et qu'on fait prendre au malade, soit en une seule fois, soit par parties et à des intervalles plus ou moins rapprochés. Elles résultent du mélange de décoctions, d'infusions, de sirops, d'eaux distillées, etc., dans lesquelles on délaie quelquefois des poudres, des extraits et autres substances actives, en employant, pour y suspendre celles qui ne sont pas solubles, un intermède convenable.

Les *Mixtures* ne diffèrent des potions que parce qu'elles sont formées de liquides qui n'ont besoin que d'être agités pour se mêler convenablement, et qu'on n'administre qu'en petite quantité à la fois.

Les *Juleps* sont des potions dans lesquelles on fait entrer ordinairement un sirop et une eau distillée; souvent on les fait prendre en une seule fois.

Exemple de potion par simple solution (Potion diurétique).

R. Oxymel scillitique. . . . . ℨiv.
Eau de pariétaire. . . . . ℥iv.
— de menthe. . . . . ℥j.
Alcool nitrique. . . . . ℨß.
Mêlez.

Exemple de potion contenant des matières en suspension

R. Camphre. . . } ana. . . . . . gr. xv.
Nitrate de potasse. }
Jaune d'œuf. . . . . q. s.
Eau de tilleul. . . . . ℥iij.
F. S. A.

963. Les Émulsions sont encore des médicaments magistraux liquides, destinés à l'usage intérieur; elles ont un aspect laiteux, résultant de la suspension, dans l'eau, d'une huile fixe, d'une gomme, d'une résine, etc., à l'aide d'un mucilage ou de quelque autre intermède. On les distingue en :

Emulsions vraies ou *huileuses*, qui contiennent une huile fixe tenue en suspension par un mucilage qu'on obtient en triturant convenablement avec de l'eau certaines semences riches en huile fixe, telles que les amandes douces ou amères, le chénevis, les semences des cucurbitacées, etc.

Emulsions fausses ou *non huileuses*, qui résultent du mélange d'une résine, d'une huile essentielle, etc., avec un intermède capable d'en déterminer la suspension dans l'eau, tels que la gomme arabique, le jaune d'œuf, etc.

964. Les Mucilages ne sont autre chose que de l'eau chargée d'une quantité considérable de gomme, ou du principe mucilagineux qui a beaucoup d'analogie avec elle, et qui se trouve dans un grand nombre de substances végétales, telles que la graine de lin, les racines des malvacées, etc.

Les *Loochs* sont des potions dont le véhicule est toujours une émulsion épaissie par un mucilage.

FIN.

TABLE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

PREMIÈRE PARTIE.

HISTOIRE NATURELLE.

II. ZOOLOGIE.

DEUXIÈME PARTIE.

I. PHYSIQUE. 172

II. MÉTÉOROLOGIE.

III. CHIMIE.

IV. PHARMACOLOGIE.

FIN DE LA TABLE.

ERRATA.

Page 117, 2e *ligne*, *au lieu de* tortipalmes *lisez* totipalmes.



